

**L'ENERGIA NELLA DEFINIZIONE DEL PROGETTO  
DI ARCHITETTURA E PAESAGGIO:  
LE POTENZIALITA' DELLE FER**

Università degli Studi di Cagliari Facoltà di Architettura  
Dottorato di Ricerca in Architettura  
Ciclo XXIV  
Anno 2010-2011

Ricerca di **ELISA SERRA**  
Tutor **CESARINA SIDDI**



*Ai miei genitori*

La tesi di Dottorato rappresenta un momento importante di un'attività di ricerca, iniziata quattro anni fa subito dopo la laurea, con l'obiettivo di aprire la mente verso nuovi orizzonti di approfondimento e verso tematiche nuove e difficili, come quella del paesaggio.

Per questo e per le opportunità di studio e di lavoro che si sono aperte durante il percorso, per le conoscenze che ho fatto, per i viaggi intrapresi, per la paziente disponibilità e per le opportunità di crescita e di arricchimento professionale e umano, ringrazio di cuore la Professoressa Cesarina Siddi, relatrice della tesi. Un altro speciale ringraziamento va a Fiammetta Sau, compagna di ricerca e di avventure dentro e fuori il mondo dell'Università, riferimento prezioso.

Un sentito ringraziamento va ai Professori Enrico Corti e Cristophe Girot per avermi dato più volte occasioni di dialogo e di ricerca, e al Professor Antonello Sanna, Preside della Facoltà di Architettura e Direttore del corso di Dottorato.

Uno speciale ringraziamento va anche a Barbara Cadeddu, per i dialoghi nei momenti di difficoltà; a Giovanni Battista Cocco, per la condivisione dei momenti di progetto; a Vittorio Tramontin, per aver suscitato in me la passione per i temi dell'energia.

Un ringraziamento sentito ed importante va alle mie zie, che da sempre sostengono ogni mia causa, anche persa; alle mie amiche Francesca, Claudia, Alessandra e Claudia, che mi sostengono in ogni passo della mia carriera e della mia vita privata; a Federico, che ha vissuto l'ultimo anno di ricerca con me, sostenendomi con affetto nella vita e nel lavoro; a Sara Sorrentino, compagna di studio e di ricerca per gran parte del percorso; a Francesca e Alessandro, miei compagni di progetto in tutto il percorso universitario; al mio "fratello" Marco, compagno di tutte le avventure sportive; e al mio maestro nello sport Cesare Goffi.

9	PREMESSA
11	TEMA ED OBIETTIVI
19	STRUTTURA ED ARTICOLAZIONE
27	PARTE PRIMA
29	Capitolo 1: Esplorazione e Percezione
33	1.1 L'ecologia per il progetto di paesaggio
40	1.2 I paesaggi energetici
42	1.3 Arte, paesaggio ed energia
51	Capitolo 2: Tecnologia, Fonti ed Energia
54	2.1 L'energia e le forme del paesaggio e della città
57	2.2 La ricerca di energia per "costruire" l'habitat
60	2.3 I paesaggi d'acqua
66	2.4 I paesaggi del carbone: la prima rivoluzione industriale
70	2.5 I paesaggi del petrolio, la città verticale e la città orizzontale: la seconda rivoluzione industriale

77    PARTE SECONDA

79            Capitolo 3: LETTURE

- 82            3.1    La nascita del dibattito sulle FER (Fonti di Energia Rinnovabile)
- 84            3.2    Il presente della tecnologia bioclimatica: emissioni zero?
- 87            3.3    Il futuro della tecnologia bioclimatica: paesaggi (in)sostenibili?
- 90            3.4    Il quadro normativo
- 96            3.5    I Piani di Azione per l'Energia Sostenibile
- 101          3.6    L'energia e l'economia: aspetti quantitativi

109           Capitolo 4: RICERCHE E METODI

- 112          4.1    L'energia e la dimensione sociale
- 115          4.2    Il consumatore e il cittadino
- 117          4.3    L'accettabilità sociale delle tecnologie bioclimatiche: il progetto Ecocity
- 122          4.4    Le FER come elementi strutturali del progetto di architettura e paesaggio
- 127          4.5    La HEW (Hydrogen Energy Web): la terza rivoluzione industriale?

137    PARTE TERZA

139           Capitolo 5: ITINERARI E PROGETTO

142	5.1	La Germania: Friburgo
154	5.2	La Svezia: Malmo e Stoccolma
163	5.3	Il nuovo modello energetico spagnolo
168	5.4	La realtà italiana: il Trentino Alto Adige, Milano e Torino
179	5.5	Trasformare i paesaggi: il ruolo del progetto contemporaneo alle diverse scale
181	5.6	La trasformazione dei paesaggi industriali: esempi

193 PARTE QUARTA

195 Capitolo 6: SCENARI

198	6.1	La comprensione della città “energ(et)ica”
202	6.2	I paesaggi energetici della Sardegna: l’approfondimento sperimentale
214	6.3	Il centro storico: lo scenario
221	6.4	L’applicazione pratica: il quartiere di Cepola a Quartu Sant’Elena e il quartiere di Castello a Cagliari

251 CONCLUSIONI

253 ESITI

261 BIBLIOGRAFIA

271 RIFERIMENTI ICONOGRAFICI





***PREMESSA***



Il tema della ricerca intrapresa è il paesaggio e le trasformazioni che in esso avvengono, in seguito all'utilizzo di diverse fonti energetiche, e alle crisi difficilmente metabolizzate dalla civiltà, connesse a questo utilizzo. Parlare di *paesaggio* significa parlare inevitabilmente dei segni e delle tracce che le comunità locali da una parte e la natura dall'altra, hanno impresso sul territorio. Il paesaggio, infatti, è il territorio costruito dall'uomo, il luogo nel quale l'uomo ha lasciato le sue tracce, siano esse i segni dell'infrastrutturazione, siano memorie di un'attività legata alla produzione o luoghi in cui l'arte e la natura possono essere ricondotte ad un'unica entità. Le tracce e i segni, non solo permangono a lungo, ma hanno condizionato fortemente i processi di crescita e di trasformazione delle città, del territorio e del paesaggio, tanto da costituire le "regole" dell'ambiente fisico.

All'interno del processo di stratificazione dei segni e delle tracce che formano il paesaggio, un significato e un ruolo rilevante va attribuito all'energia, ovvero a quel sistema di trasformazioni e processi che la continua ricerca di nuove fonti di sostentamento e di vita ha condizionato le forme di insediamento dell'uomo "sul" e "nel" territorio. Da sempre l'energia e le tecnologie ad essa legate strutturano il territorio, sia dal punto di vista ambientale, sia dal punto di vista degli insediamenti umani. Le infrastrutture energetiche hanno d'altronde costituito un fondamentale supporto per lo sviluppo sia economico che culturale delle popolazioni: l'evolversi delle città dipendono, nella maggioranza dei casi, dalle modalità secondo cui si è andato configurando il rapporto tra uomo ed energia, ovvero dalle invenzioni e dallo sfruttamento legate a questa preziosa risorsa.

Interessarsi a questo tema, nelle sue dimensioni e scale territoriali e tematiche, è una questione che va affrontata obbligatoriamente,

Fig.1 Inizio Premessa, immagine parco eolico e fotovoltaico ITER di Tenerife (Spagna)

Fig.2 Inizio Tema ed Obiettivi, immagine parco eolico Cadice (Spagna)

poiché rappresenta l'unico percorso perseguibile per opporsi ai limiti e alle problematiche proprie sia del modello di sviluppo economico della nostra società, sia delle modalità di sfruttamento delle risorse disponibili. La situazione venutasi a delineare negli ultimi decenni è ricollegabile all'eccessivo sviluppo delle concentrazioni urbane e all'uso non razionale del territorio, che ha portato alla diffusione delle più disparate forme di inquinamento ma anche alle alterazioni sostanziali del paesaggio, soprattutto rurale. Di conseguenza si è fatta strada l'indispensabile necessità di fare riferimento alle fonti di energia rinnovabile (FER), per alcune ragioni principali: da una parte per risolvere il problema climatico ambientale, dato dagli effetti disastrosi dell'emissione dei gas serra nell'atmosfera, in seguito all'utilizzo, come fonti di approvvigionamento principali, dei combustibili fossili; dall'altra parte per la paura inesorabile dell'esaurimento degli stessi combustibili fossili (fonti non rinnovabili); infine, per la definizione delle nuove regole "ambientali" per l'uomo, e delle nuove regole "fisiche" per la strutturazione dei nuovi paesaggi.

12

Nelle grandi trasformazioni del paesaggio urbano le tecnologie per la produzione di energia sono sempre state marginali, da un punto di vista fisico-spaziale, e necessarie, per l'utilizzo per le stesse nella vita degli ecosistemi urbani, ma non hanno mai costituito le "nervature" dei sistemi che hanno creato. Al massimo sono state considerate come un disturbo, o un "contorno" dell'architettura della città e dei paesaggi. In tal senso ciò che la ricerca si prefigge è la lettura dell'articolazione morfologica dei paesaggi, secondo criteri che superano l'approccio esclusivamente percettivo, consentendo l'elaborazione di conoscenze strutturali per il progetto. Infatti, l'importanza del pensiero progettuale come valore culturale essenziale per la trasformazione del paesaggio, non risulta mai abbastanza affermata ed illustrata. Come affermava Kevin Lynch "(...) la vera progettazione non inizia mai con una situazione vergine e non prevede mai un lavoro finito. Più propriamente essa ragiona in termini di processo, di prototipi, di guida, di incentivo, di controllo ed è in grado di concepire sequenze ampie, fluide, insieme a dettagli concreti e semplici. Non può essere ancora definita una disciplina progredita ma, piuttosto un nuovo tipo di progettazione o un nuovo modo di guardare all'argomento di cui si occupa (...)".<sup>1</sup> Il progetto, e in termini più generali, la trasformazione, assumono nella ricerca la

<sup>1</sup> Lynch K., (1990), *Progettare la città: la qualità della forma urbana*, ETAS libri (the MIT Press), Milano

funzione esplorativa necessaria a conoscere, e quindi anche coinvolgere, piuttosto che a costituire un repertorio chiuso di informazioni. In questo senso, la tesi lavora sulle forme fisiche e le analizza e riconfigura in rapporto agli usi e ai significati che le forme stesse rivestono per le popolazioni coinvolte; in questo modo si opera con un approccio onnicomprensivo sul paesaggio e possono essere date alcune risposte concrete in tema di sostenibilità.

A partire da queste considerazioni, la ricerca affronta il tema di studio, focalizzando l'attenzione sul paesaggio appunto, con l'obiettivo di descrivere il tema a partire dalle relazioni esistenti fra il concetto di "ecologia" e di "arte" e quello di "natura". Attraverso la ricostruzione e l'approfondimento dei processi di relazione fra paesaggio e fonti di energia, si propone di leggere e interpretare criticamente il ruolo delle fonti di energia rinnovabile nel progetto contemporaneo di architettura e di paesaggio, per individuare le "regole" di trasformazione del paesaggio in questa fase sostanziale di passaggio in cui ci si trova. Tramite il percorso di conoscenza storica e critica, si interroga sull'identificazione degli strumenti concettuali e compositivi propri del progettista, al fine di fornire alcune linee guida per il progetto o il piano delle città future, considerando come parametro fondamentale l'accettabilità sociale delle tecnologie bioclimatiche. Inoltre, poiché la tesi indaga sulla possibilità di modificare la percezione dei luoghi, fino a modificarne l'identità, attraverso anche il riconoscimento di spazialità inedite, ci si interroga sull'effettivo rapporto tra l'obiettivo della tecnologia bioclimatica di raggiungere le *emissioni zero* e i futuri scenari di abbandono, o di riciclo, o di aggiornamento che le stesse tecnologie creeranno nel prossimo futuro.

Affrontare oggi il tema dell'energia in termini di progettazione secondo un'ottica sistemica è sicuramente un atteggiamento diffuso e condiviso: la tecnologia bioclimatica alle diverse scale non deve essere più intesa come episodio, ma come elemento facente parte di un sistema. Il sistema è il paesaggio che, con l'urgenza di mitigare il crescente inquinamento e di mantenere gli equilibri ecosistemici, diventa una funzione ecologica e anche sociale, visto il manifestarsi delle esigenze ricreative e conoscitive della popolazione.

Ciò che si sta evolvendo ed affermando nelle trattazioni teoriche e sperimentali e nella pratica progettuale, è la consapevolezza che l'energia

ricavata dalle fonti rinnovabili, sta diventando un principio di intervento. Un interrogativo che assume un peso centrale all'interno di questo lavoro è relativo al come si possa definire la qualità urbana in termini di "sostenibilità" spaziale; certamente ogni città costituisce un unico caso in cui l'ottimizzazione e l'innalzamento della qualità urbana in tutti i suoi molteplici aspetti è una ricerca estremamente stimolante: risanare, riconnettere, riqualificare, valorizzare sono gli imperativi etici che scandiscono la filosofia progettuale dei luoghi della città legati alla tecnologia bioclimatica e al concetto generale di sostenibilità appunto, e legati fortemente alle trasformazioni urbane di valore estetico riconosciuto. Del resto con l'entrata in vigore nel marzo del 2004<sup>2</sup> della *Convenzione Europea del Paesaggio*<sup>3</sup>, che fissa tra le sue misure specifiche quello di perseguire "obiettivi di qualità paesaggistica", a prescindere dal tipo di paesaggio individuato, la questione ha assunto anche un maggior peso politico e culturale. L'obiettivo sul quale il dibattito contemporaneo si articola è quello di organizzare una società che sappia ripensare il concetto di *benessere* e di *qualità della vita*, consumando meno energia e stabilendo un diverso rapporto con i sistemi naturali: essendo i principi del benessere studiati, per una larga parte dall'economia, questa disciplina dovrà imparare a valutare non solamente ciò che produce, ma anche ciò che consuma. Accanto all'aspetto economico è il progetto di paesaggio che rivela gli elementi, legati alla qualità energetica, che per la loro collocazione, la loro vocazione urbana, la loro specificità territoriale e culturale, possono trasformarsi in nuovi elementi dell'urbanità. Questi elementi, se inseriti in una struttura che li riorganizza come elementi compresenti dell'ambiente fisico, consentono la restituzione di una nuova dimensione urbana e paesaggistica e di una nuova declinazione del concetto di sostenibilità sostanzialmente omogenea. I motori della trasformazione dei paesaggi modificati dalla tecnologia bioclimatica sono le risorse microclimatiche dei luoghi, la cultura, la natura e le persone: è tramite questi fattori che si possono elaborare gli scenari futuri della città e dei paesaggi.

<sup>2</sup> La Convenzione firmata a Firenze il 20 ottobre 2000, da 19 stati, è il primo trattato internazionale che riguarda la tutela, la valorizzazione e la gestione dei paesaggi. Il Trattato è aperto agli Stati membri del Consiglio d'Europa e all'adesione della Comunità Europea e degli stati europei non membri. Il sito di riferimento è <http://conventions.coe.int>

<sup>3</sup> Consiglio d'Europa, *Convenzione Europea sul Paesaggio*, Firenze 20 ottobre 2000

Un'altro concetto, peraltro fortemente legato ai precedenti, sul quale la ricerca si sofferma è il concetto di identità, o meglio il rapporto fra l'identità di un luogo e la ridefinizione dell'identità data dalle tecnologie legate all'energia.

La matrice identitaria di una comunità si configura nell'identità di un

<sup>4</sup> Alcuni concetti sull'identità sono tratti da Corti A.E., *"Identità Storiche e Priorità Progettuali"*, in *Un Castello di Carte*, AA.VV., ACMA, Milano, 2011

territorio, in cui, come detto, prendono forma le modifiche storiche e le relazioni sociali. Questa è la premessa indispensabile per superare il concetto di identità come valore preconstituito, e per definirla come un continuo divenire e, quindi, come un progetto<sup>4</sup>. Il progetto e la sperimentazione progettuale proposta dalla ricerca per la città, diventano l'espressione della nuova ricerca identitaria di un luogo. L'intenzione progettuale, se consapevole, presuppone la riconquista dell'identità del luogo; la ricerca si domanda se oggi, nell'era della globalizzazione e della crisi ambientale delle fonti fossili, l'esperienza progettuale possa assumere la riconquista, e se sia possibile trovare una dimensione locale dell'identità di un luogo. Con la coscienza che l'energia, e le tecnologie ad essa legate, portano importanti trasformazioni, si arriva ad una sorta di riprogettazione della città, e con essa dell'identità della città, promuovendo, con la più ampia partecipazione possibile, una nuova identificazione nella contemporaneità. L'obiettivo che si vuol perseguire è quello di un apporto al progetto che dichiari i propri valori attraverso una ricerca formale che trova nell'esistente il quadro di riferimento. Il punto è comprendere quali sono i gradi di libertà di un luogo e quali sono i gradi di trasformazione che uno specifico paesaggio può sopportare. Pertanto si cerca di dare una definizione sul come agire, considerando l'azione e l'evoluzione come strumenti del progetto.

Nella tendenza espressa dalla relazione paesaggio-energia-progetto confluiscono alcuni pensieri critici riguardanti il fatto che il progetto in rapporto a questi temi ha abbandonato la dimensione della lunga durata e della continuità con i luoghi; il fatto che le tecnologie legate all'energia trovano le proprie ragioni riscoprendo il paesaggio e la sua dimensione umana, matrice dell'identità; il fatto che il paesaggio attraverso il progetto delle tecnologie energetiche riscopre la ricchezza delle articolazioni spaziali della città e i significati simbolici delle forme del paesaggio e urbane, e la complessità rigidamente chiusa nella semplificazione della "zonizzazione" classica e dalle normative ad essa legate. I progetti legati all'energia fino ad ora sono stati sostenuti dal "marketing territoriale" e dai nuovi investimenti legati al fenomeno della globalizzazione, che vede la trasformazione dell'architettura in chiave bioclimatica come area privilegiata per la produzione di capitale. Nella rilettura che si vuole dare a questo tema nella ricerca, la stretta interazione fra forme del paesaggio e strutture energetiche si



fonda sul principio che entrambe sono forme dello spazio antropico, e come tali è possibile indagarle attraverso i loro processi di formazione e trasformazione che l'analisi paesaggistica consente di esplicitare; entrambe sono anche i luoghi del progetto, che presiede alla formazione delle morfologie del paesaggio in senso generale.

16 Tenuto conto di questi obiettivi e di fronte alla complessità delle relazioni sopra accennate, delle trasformazioni avvenute e delle tendenze in atto, la tesi affronta il tema dell'energia dapprima in chiave analitica, attraverso due diversi momenti: in primo luogo l'approfondimento del rapporto esistente fra i diversi paradigmi che ruotano attorno al concetto di energia, come il ruolo della natura rispetto al concetto di sostenibilità e di ecologia, intesa anche come riappropriazione della città e del paesaggio; come il ruolo della percezione e dell'estetica in rapporto alla tecnologia energetica, in quanto perseguire la qualità dell'opera fa parte della responsabilità teorica ed operativa del progettista, così come della società che poi la utilizza; come, infine, il ruolo dei paesaggi energetici per la comunità, per i quali ci si pongono interrogativi sul valore semantico, funzionale, ed ecologico-ambientale nello spazio e nel tempo. In secondo luogo, vengono studiate le relazioni e le trasformazioni attribuite alle fonti di energia in rapporto ai diversi tipi di paesaggio, con l'approfondimento del legame esistente fra l'energia e la morfologia del paesaggio e dell'insediamento umano, nelle diverse ere industriali, caratterizzate da una differente fonte di energia. La ricognizione storica svolta nella prima parte della ricerca è volta alla riorganizzazione delle conoscenze e alla risoluzione delle ambiguità sul come affrontare questo tema così vasto, approfondendo l'argomento secondo i punti di vista che si vuol trattare, senza tralasciare le conoscenze diffuse e sviluppate fino ad oggi.

Successivamente, viene proposta la lettura di tutti i parametri quantitativi che costituiscono ad oggi i paradigmi progettuali che "giocano" con l'energia, come ad esempio i vincoli proposti dalla normativa, e gli aspetti legati all'efficienza economica delle tecnologie bioclimatiche, approfondendo gli aspetti legati alla dimensione sociale del problema, affinché le fonti di energia rinnovabile possano realmente essere considerate come un elemento strutturante del progetto di architettura e di paesaggio.

Infine, la tesi dialoga con una dimensione più propriamente propositiva



e meta-progettuale alla ricerca di metodi e scenari per i paesaggi tipici della realtà della Sardegna. La strategia intrapresa mira a fornire una completa descrizione dell'attuale uso delle tecnologie fotovoltaiche ed eoliche, con l'obiettivo di poter scegliere i luoghi nei quali sviluppare gli scenari architettonici e paesaggistici. Tramite una analisi comparata tra l'"omeostasi" dei paesaggi dati e le potenzialità tecniche dei sistemi di produzione di energia, potranno essere trovati gli indicatori per avviare nuovi processi di trasformazione per il paesaggio, secondo prospettive di nuova qualità energetica.

Attraverso l'approfondimento dei casi presenti in Europa, che consentono la comprensione del rapporto fra l'esistente e l'esperimento energetico, la ricerca si interroga sui possibili e auspicabili paradigmi progettuali, nella consapevolezza, da una parte, che, l'identità e la specificità di ogni singolo luogo, non consentono la definizione di codici, linguaggi e repertori di progetto prestabiliti, ma nella certezza, dall'altra parte, che la sperimentazione può condurre a nuovi significati urbani e paesaggistici. Questo processo, in continua evoluzione, può dare origine ai nuovi luoghi della produzione e della trasmissione dell'energia ottenuta dalle fonti rinnovabili.

L'analisi degli specifici caratteri dei diversi tipi di paesaggio, dalla tipologia ai materiali degli edifici, dalle trame ai segni della morfologia del territorio, dalle tracce ai resti delle realtà dismesse, comparata con gli strumenti urbanistici vigenti e con i dati ed i requisiti prestazionali delle tecnologie bioclimatiche, fa emergere nuovi significati progettuali e nuove potenzialità nelle modalità di intendere e vivere gli spazi della città in senso ampio, gli embrioni del rinnovamento urbano.

L'approfondimento che la tesi propone sul progetto di architettura e paesaggio apre, quindi, le porte per la nascita di un nuovo equilibrio energetico, insito nei diversi luoghi della città, le cui potenzialità si esplicano nelle stesse proprietà che questi luoghi hanno. Dalla città consolidata alle aree periurbane, attraverso i frammenti industriali e le "frange" urbane della città contemporanea, si sviluppano gli scenari dell'autosufficienza energetica, derivante dai materiali, dalle forme, dalle dimensioni e dai tempi dettati dall'anima degli stessi luoghi.



## STRUTTURA ED ARTICOLAZIONE

Lo studio e la trattazione del tema, sono sostanzialmente riconducibili a quattro fasi di ricerca e di riflessione, che trovano corrispondenza nell'articolazione dell'indice e della struttura della tesi.

La prima parte, nel capitolo *Esplorazione e Percezione* e nel capitolo *Tecnologia, Fonti ed Energia*, riguarda lo studio del rapporto tra energia e forma, e quindi la riflessione sul ruolo che l'energia, le fonti energetiche e le tecnologie ad essa abbinate, hanno avuto nella definizione della morfologia e delle "regole" del paesaggio, nel corso della storia. La volontà di intraprendere un percorso in qualche modo innovativo, ha portato a "filtrare" le informazioni storiche studiate, per essere reinterpretate in funzione del ruolo che esse possono aver avuto nel progetto di architettura e di paesaggio.

Inoltre, la prima fase descrive come la continua ricerca di fonti di energia abbia costituito il cambiamento dei paesaggi non solo da un punto di vista quantitativo, e quindi economico e sociale, ma anche da un punto di vista fisico, e quindi spaziale e simbolico.

Nella sezione *Esplorazione e Percezione* in particolare si vuole trattare il tema del paesaggio energetico a partire dal dibattito sull'ecologia del paesaggio e sul concetto di sostenibilità, e dal legame tra arte e natura nella percezione dei paesaggi e delle loro regole, per conoscere la complessità del tema, anche dal punto di vista estetico, a cui lo studio si dedica. La trattazione dà ampio spazio alla lettura delle relazioni citate per conoscere quello che Eugenio Turri definisce "il paesaggio invisibile che sta sotto il paesaggio visibile"<sup>1</sup>.

Nella sezione *Tecnologia, Fonti ed Energia* si esplicita il legame storico esistente tra morfologia e tecnologia, legata alla produzione di energia, in particolare nel passaggio dalla Prima Rivoluzione Industriale, quella

che utilizzava il carbone come fonte primaria, alla Seconda Rivoluzione Industriale, quella che utilizzava il petrolio e l'elettricità come fonti primarie.

La seconda parte, nel capitolo *Lecture* e nel capitolo *Ricerche e Metodi*, si addentra nella prima fase all'interno del tema delle FER (Fonti di Energia Rinnovabile), analizzando tutti gli aspetti quantitativi del problema, in quanto sono i parametri più tecnici e normativi ad essere stati studiati e sperimentati criticamente in campo multidisciplinare, e in quanto costituiscono il punto di partenza nella conoscenza dei nuovi paradigmi progettuali, sia per l'architettura che per il paesaggio. Inoltre, in questa fase di analisi, si prospetta anche uno scenario derivante direttamente dal funzionamento delle tecnologie bioclimatiche: allo stato attuale l'utilizzo delle FER è legato all'autosufficienza energetica, verso la totale eliminazione delle emissioni dei gas-serra, e, quindi, verso l'obiettivo "emissione zero". Questo obiettivo esiste ed è perseguito da un punto di vista quantitativo, ovvero le tecnologie funzionano in modo tale da sfruttare energie rinnovabili che non producono effetti nocivi sull'ambiente e sull'atmosfera, nel periodo in cui vengono utilizzati; ma se il concetto di emissione zero comprendesse anche la previsione di riutilizzo delle tecnologie anche dopo la loro vita, quale è l'effettiva possibilità di smaltimento, riciclo, aggiornamento, riutilizzo ad esempio dei pannelli fotovoltaici o delle pale eoliche? E se non esiste la prospettiva di uno scenario di questo tipo, si andrà verso i paesaggi-fantasma causati dall'abbandono, non nuovi alla storia dell'energia?

La ricerca indaga sul tema criticamente, per fornire interrogativi e risposte plausibili.

In una seconda fase, invece, la lettura si traduce in introduzione critica di nuovi parametri di progettazione legati all'energia, che non contribuiscono più solo alla dimensione quantitativa, ma introducono la dimensione qualitativa.

L'introduzione dei nuovi parametri avviene, da una parte, tramite l'indagine di ricerche diffuse in campo europeo e mondiale sui temi delle tecnologie energetiche legate alla dimensione sociale, in particolare al processo di accettazione delle nuove tecnologie in paesaggi storicamente e culturalmente consolidati; dall'altra parte, invece, la tesi si occupa di capire come dall'utilizzo delle fonti fossili, si possa passare ad un nuovo sistema economico e sociale attraverso l'utilizzo delle

<sup>2</sup> Rifkin J., (2002), *Economia all'idrogeno. La creazione del Worldwide Energy Web e la redistribuzione del potere sulla terra*, Oscar Mondadori, Milano

FER, nell'idea dell'economista Jeremy Rifkin<sup>2</sup> di iniziare una nuova era, ovvero quella della Terza Rivoluzione Industriale.

Tenuto conto della molteplicità ed eterogeneità dei casi studio, sui quali ragionare per la ricerca di una qualità fisica e spaziale delle tecnologie bioclimatiche alle diverse scale, sottoforma di strategia, dopo una prima ricognizione dello stato dell'arte, la ricerca circoscrive il campo d'azione, nella sezione *Itinerari e Progetto*, ad alcuni episodi in Europa, che hanno tradotto nel corso degli anni, alcune semplici intenzioni di utilizzo delle FER in strategia e processo a livello urbano e periurbano. La selezione di alcuni progetti realizzati prevalentemente nell'ultimo decennio, senza ambire all'esaustività, consente di restituire le diversità e complessità di approccio alla tematica trattata e le diverse declinazioni che l'energia ha assunto e assume nel paesaggio urbano contemporaneo. Le esperienze descritte mostrano, infatti, differenti modalità di uso e declinazione delle tecnologie bioclimatiche del paesaggio urbano, tutte però accomunate da un'unica tendenza: restituire alle aree abbandonate o dismesse un senso di identità energetica in un ritrovato rapporto con il passato.

Grazie a questa prima parte della sezione, si definisce un abaco interpretativo, in cui vengono sinteticamente schematizzate e rappresentate le chiavi di lettura, gli elementi concettuali e semantici propri del progetto di paesaggio e della strategia che si intende sperimentare concettualmente e fisicamente. Conservazione/valorizzazione, ri-scoperta/re-invenzione, costruzione/provocazione, diventano di volta in volta le intenzioni progettuali sottese ai diversi progetti così come dimensione, contesto, forma, significato e relazione, gli elementi con cui il progetto muta, si rinnova e dialoga con il paesaggio contemporaneo. A questo proposito, nella parte finale della sezione, vengono studiati criticamente i paesaggi culturali ed industriali, trasformati in chiave "energetica", in nuovi paesaggi dell'energia.

La quarta parte, nel capitolo *Scenari*, si riferisce infine alla dimensione propositiva e meta-progettuale della ricerca. La sintesi e l'abaco interpretativo mettono in luce da un lato le differenti declinazioni che la tecnologia bioclimatica può assumere nel paesaggio contemporaneo, dall'altro lato le diverse implicazioni semantiche, compositive e relazionali che il progetto può mettere in gioco per i paesaggi energetici.

La tesi, quindi, focalizza l'attenzione sul territorio della Sardegna, lavorando "sulla" e "nella" contemporaneità alla ricerca dei caratteri e della "personalità" dei luoghi, per la definizione di codici e linguaggi, per la progettazione di paesaggi energetici e per costruire l'identità tipomorfologica da un nuovo punto di vista "energetico". In questo senso la tesi definisce un nuovo modo di leggere i contesti della città basato su parametri nuovi: di tipo percettivo, legati all'atmosfera e alle grandezze fisiche che la compongono e che diventano i nuovi materiali fisici di lettura e anche strutturazione dello spazio della città; di tipo morfologico ed estetico, legati alla strutturazione geometrica della città esistente nei suoi diversi caratteri compositivi; e di tipo materico, legati ai materiali locali e ai nuovi materiali bioclimatici. Nello specifico l'intenzione è che l'energia, attraverso questi parametri sperimentali, diventi il "materiale da costruzione", sia per l'identificazione di elementi spaziali di qualità, sia per la costruzione di un meccanismo sociale dal basso verso l'alto (strettamente legato al principio di funzionamento delle energie rinnovabili).

22

La struttura che si intende impostare è quella di una rete, che segua il principio di funzionamento di internet, ma che possa anche in termini spaziali, comprendere, modificare e ridisegnare i luoghi della città.

La rete internet, attraverso una semplificazione estrema, è costituita da *nodi*, gli utenti finali, e *rami*, onde radio oppure cavi, che consentono la comunicazione fra i nodi.

Lo stesso sistema di rete può trovare risposta in termini spaziali nella città: i nodi possono essere costituiti dal costruito, ovvero dagli edifici che possono svolgere la vera funzione di "centrali produttive"; i rami invece possono essere costituiti dallo spazio aperto pubblico, che ha un'estrema potenzialità, in quanto si inserisce nel tema della ridefinizione del valore che il vuoto ha nella città contemporanea, e può svolgere il ruolo di luogo della condivisione dell'energia.

Questo approccio consente di interpretare la città, nelle sue parti, attraverso la restituzione di una nuova geografia che, utilizzando la rete di energia e i parametri proposti, permette di lavorare progettualmente controllando in modo nuovo i rapporti e gli equilibri tra i materiali, le forme e le dimensioni dei luoghi e le potenzialità di produzione in termini di prestazioni energetiche al fine di perseguire nuove qualità architettoniche, urbane e paesaggistiche, in grado di dare una risposta

<sup>3</sup> L'approfondimento tecnico sul territorio della Sardegna è stato svolto nell'ambito del progetto di ricerca *Le potenzialità delle FER nel progetto di paesaggio*, iniziato con la Regione Sardegna (Legge Regionale 7, 2007), nel 2010

<sup>4</sup> Seguito in qualità di tutor didattico, si è svolto a Cagliari nel 2010 come parte di approfondimento progettuale nel corso di Architettura degli Spazi Aperti, tenuto dalla Prof.ssa Cesarina Siddi, e come workshop intensivo di "costruzione" di nuovi scenari per il quartiere di Castello

<sup>5</sup> La presentazione delle Linee Guida per il recupero del manufatto delle Fornaci Picci è avvenuta nel 2008, in qualità di collaboratrice per la Facoltà di Architettura

fisica e concreta al concetto tanto ricercato, ma alquanto, oramai, vago e sfuggente, di sostenibilità. Questo approccio consente, infine, l'approfondimento, e in un certo senso anche il superamento dei caratteri distintivi del concetto di zonizzazione classica presente nei piani urbanistici; può essere utilizzato come una nuova chiave di interpretazione dei caratteri di un luogo, grazie alla sovrapposizione di una caratterizzazione energetica che utilizza come unità di base l'isolato, a causa delle specificità dei parametri trattati.

La tesi non indica però una soluzione univoca che contempli l'uso dell'energia, ma suggerisce alcune possibili declinazioni che le tecnologie possono assumere, studiando a fondo le preesistenze e i caratteri locali, e assume come contesto di sperimentazione le città di Cagliari e di Quartu Sant'Elena, oggetto di studio dei laboratori didattici svolti durante la ricerca, ed inserite all'interno di un approfondimento più ampio svolto per il territorio della Sardegna<sup>3</sup>, che ha fatto emergere la necessità di studiare le realtà urbane citate.

23

Il laboratorio di *Creative Cagliari*<sup>4</sup> (2010), in primo luogo, ha fatto emergere l'interesse per la rivitalizzazione del centro storico, e ha mostrato la necessità di trovare gli elementi di riconoscibilità dei luoghi della città consolidata e del paesaggio periurbano, tramite la lettura della tessitura degli elementi costitutivi e dei caratteri funzionali. I temi del laboratorio hanno suggerito la possibilità di trovare nuovi legami di forza tra gli elementi eterogenei e di far emergere le potenzialità intrinseche degli spazi senza anima.

In secondo luogo, lo studio di massima fatto per l'Amministrazione di Quartu Sant'Elena sul recupero delle Fornaci Picci<sup>5</sup> ha consentito l'approfondimento di tematiche, quali la necessità delle città di "riportare" in vita le scorie e i frammenti della società industriale, che generano spazi nè pieni nè vuoti, ma solamente spazi della memoria di un'identità ormai svanita. Nel dibattito contemporaneo i frammenti, come si vedrà dagli approfondimenti nel Capitolo Quinto, trovano una possibilità espressiva proprio nella esaltazione delle potenzialità energetiche *nella e per* la città, assumendo un ruolo di peso nei rapporti interni alla realtà urbana.

Inoltre, l'approfondimento effettuato sulla quantità e qualità degli edifici dotati di tecnologia bioclimatica nel panorama quartese,



nell'ambito del progetto di ricerca regionale di base *Analisi della Domanda e Accettabilità Sociale di Tecnologie per la Produzione di Energia da Fonti Rinnovabili in Sardegna*<sup>6</sup> e l'esperimento didattico effettuato sulle spore del territorio comunale di Quartu<sup>7</sup>, hanno evidenziato la necessità di dare un nuovo ordine ai fenomeni di trasformazione spontanea, attraverso la valorizzazione dei fenomeni naturali e delle vocazioni di ogni ambito. L'ordine urbano e le regole insediative di cui si è parlato a lungo durante queste esperienze, possono trovare le risposte nelle potenzialità di prestazione in termini spaziali anche da un punto di vista energetico.

Infine, la necessità della contemporaneità di rivivere i centri storici, come luoghi dell'abitare, e l'esigenza di trovare nuove modalità di interpretazione degli spazi interstiziali e dei vuoti urbani, ha spostato l'attenzione sulla complessa problematica di adattamento della città storica alle nuove esigenze di efficienza energetica, senza modificare o perdere l'identità, soprattutto morfologica, fortemente ancorata alla storia e alla cultura delle città.

<sup>6</sup> Legge Regionale 7, 2007, per la Ricerca di Base, coordinatore scientifico del progetto Prof.ssa Elisabetta Strazzer, responsabile dell'unità operativa della Facoltà di Architettura Prof.ssa Cesarina Siddi, responsabile operativo del Dipartimento di Psicologia Prof. Ferdinando Fornara

<sup>7</sup> *Sprawlscapes 09*, in qualità di tutor didattico alle attività del workshop, organizzato dalla Facoltà di Architettura di Cagliari e dalla Ecole Nationale Supérieure du Paysage di Versailles e Marsiglia



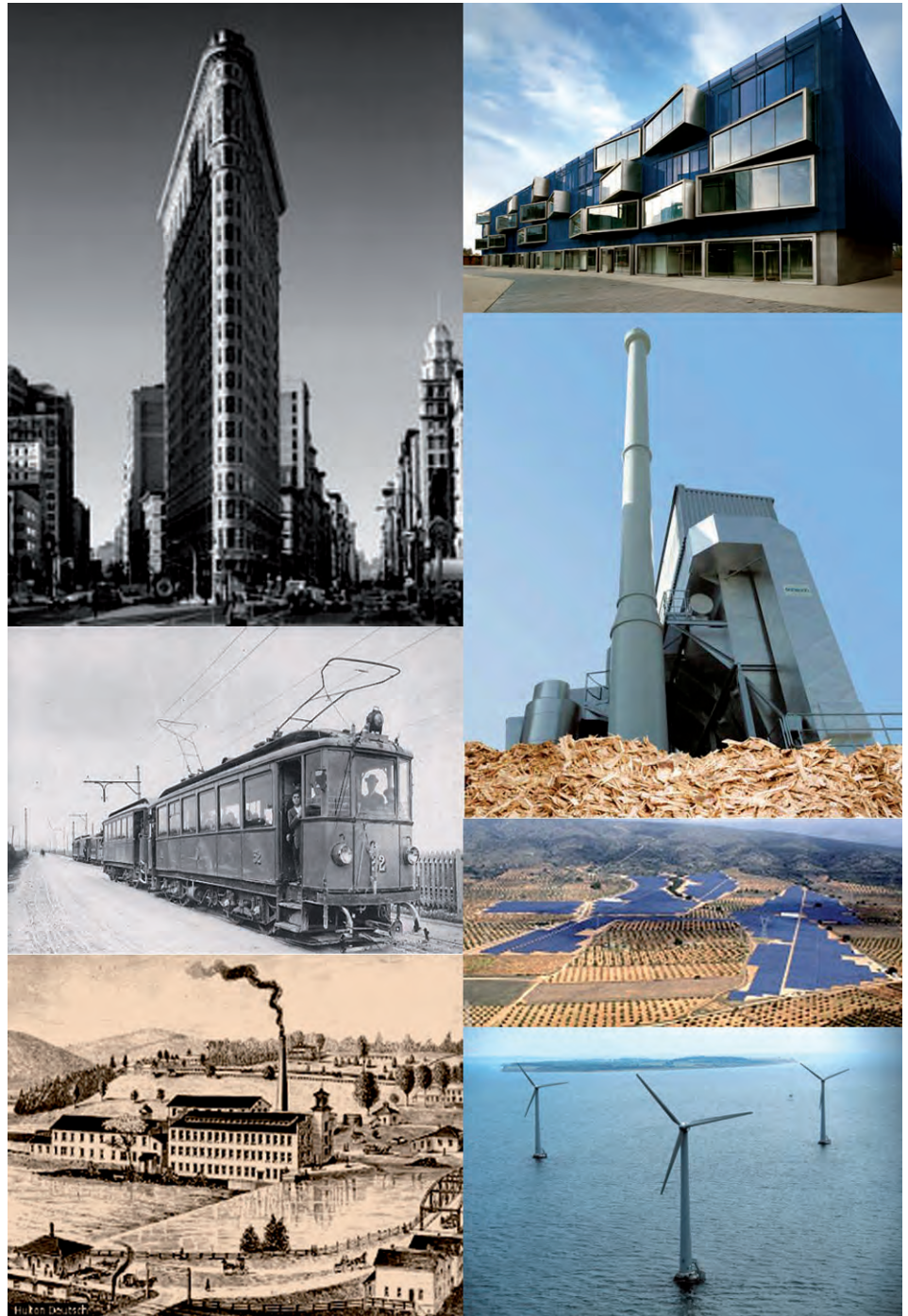


Fig.4 Dagli antichi ai nuovi scenari dell'energia



***PARTE PRIMA***





## CAPITOLO 1: ESPLORAZIONE E PERCEZIONE

29

*"Ne sai già abbastanza, io pure.  
Le conoscenze non ci mancano.  
Ciò che manca è il coraggio di comprendere quello  
che sappiamo e di trarne le conclusioni."*

*S. Lindqvist*

Gli argomenti fondamentali per l'approccio ai temi di approfondimento della ricerca, riguardano una prima conoscenza dei paesaggi energetici e della trasformazione dell'immagine alla quale l'uomo si è abituato, causata dall'introduzione delle nuove tecnologie, che utilizzano le fonti di energia rinnovabile (FER). Si parte, quindi, dalla duplice azione di esplorazione del paesaggio, intesa come ricerca dei temi che si intrecciano con l'energia e le fonti ad essa legate, e di percezione del paesaggio, intesa come ricerca del lato artistico e simbolico che la tecnologia possiede, con la sua semplice presenza nel territorio. L'esigenza è quella di comprendere a fondo il legame esistente fra le trasformazioni fisiche, relazionali e sociali del paesaggio e il ruolo dell'energia e delle tecnologie ad essa connesse, per la definizione del nuovo concetto di qualità urbana e paesaggistica, in termini spaziali e simbolici.

Il paesaggio, secondo la Convenzione Europea del Paesaggio, svoltasi a Firenze nel 2000, e adottata come legge in Italia nel 2006, designa "una determinata parte di territorio, così come è percepita dalle popolazioni, il cui carattere deriva dall'azione di fattori naturali e umani e dalle loro interrelazioni". Con questa definizione si vuole iniziare un percorso, che fondandosi su strumenti di varia natura<sup>1</sup>, possa condurre alla sperimentazione di una metodologia di progetto per il paesaggio e per la città. L'approccio parte dal paesaggio, inteso nei termini della Convenzione, per arrivare ad un'esperienza di progetto, tramite l'attenta comprensione dei processi culturali e fisici, che consentono di interpretarlo. L'interpretazione è intesa sia in termini di lettura degli elementi strutturali e delle regole morfologiche, sia in termini di valutazione dell'efficienza, in rapporto alla funzionalità dei suoi elementi caratterizzanti, compresa la sfera sociale. I presupposti generali di partenza riguardano sia il rapporto tra natura e artificio, in quanto entrambi concorrono con eguale dignità e significato alla configurazione di un paesaggio, sia il rapporto tra gli elementi materiali, palesemente tangibili, e gli elementi immateriali, altrettanto immaginariamente tangibili.

La prima domanda che ci si pone è: come può avvenire la conoscenza e la comprensione del paesaggio?

A questo proposito C. Girot, architetto paesaggista, suggerisce<sup>2</sup> i quattro concetti operativi attraverso i quali approcciarsi al progetto di paesaggio. Il primo è il *landing*, ovvero l'atterraggio, quindi il primo momento

<sup>1</sup> Quando si parla di "strumenti di varia natura" si vuole far riferimento alla sfera della percezione, del sociale, dell'arte, dell'energia, di cui appunto, il capitolo tratterà, per comprendere a fondo il campo nel quale si intende approfondire il progetto di tesi

<sup>2</sup> Girot C., (1999), *Four Trace Concepts in Landscape Architecture*, in Corner J., *Recovering Landscape, Essays in Contemporary Architecture*, Princeton Architectural Press, New York, pp. 59-67

Fig.1 Inizio Parte Prima, immagine di nuovi design per le tecnologie solari ed eoliche in Danimarca

Fig.2 Inizio Capitolo 1, immagine di Land Art contro l'utilizzo del nucleare



<sup>3</sup> Valerio L., (a cura di), (2007), *Patrizia Pozzi. Landscape Design. Progetti tra natura e architettura*, Electa, Milano, pp. 18-19

di avvicinamento al luogo, che consente il passaggio dallo "sconosciuto" al "conosciuto", generando la tensione creativa, che rappresenta il momento iniziale del progetto. Il secondo è il *grounding*, nel senso di toccare il suolo e nel senso di orientamento e di radicamento, quindi la vera fase di analisi e ricerca in cui entrano in gioco i parametri quali il suolo, il clima, l'ecologia e la storia, per indagare le stratificazioni del territorio. Arriva, poi, il *finding*, ovvero il trovare, che implica che sia l'atto di ricerca, che l'esito della stessa costituiscano l'attività e l'intuizione, garantendo l'evoluzione in modo durevole dell'identità del luogo, e diventando la componente alchemica del progetto.

Infine, il quarto concetto è il *founding*, nel senso di fondare, che costituisce l'atto più durevole e significativo dei quattro, garantendo la costruzione di qualcosa di nuovo a lungo termine, per determinarne la sua trasformazione.

Per sua natura il progetto di paesaggio deve decodificare i processi di antropizzazione del territorio e deve fare i conti con l'immaginario comune e la sua storia. Esperienze sensibili, estetiche e affettive entrano a pieno titolo nel progetto, e questo consente di attivare collaborazioni con mondi creativi affini, come per esempio l'arte o più specificatamente la *land art*<sup>3</sup>.

Il paesaggio, quindi, nella sua complessità è una realtà che richiede la costruzione di un lavoro analitico finalizzato alla costruzione di una piattaforma comune di tutti gli aspetti e le trame che concorrono alla sua comprensione, quali ad esempio la geologia, la geografia, la climatologia, la topografia, la topologia, l'antropologia, e così via. Tuttavia, occorre sottolineare che con la centralità paesaggistica, viene compresa una vera rigenerazione culturale e politica per guardare alla sua complessità, con ottiche e consapevolezze adeguate alle problematiche che si intende affrontare.

Da una parte, oggi il paesaggio sembra configurarsi come l'area delle aspirazioni e delle visioni poetiche dell'abitare, dall'altro lato, come l'insieme delle responsabilità che l'uomo sente di doversi prendere per la salvaguardia del futuro. Così, se da un lato la riflessione approfondisce la tematica dell'identità dei luoghi sulla base delle modalità di percezione e sulle qualità di carattere estetico, dall'altro lato irrompono le tematiche ecologiche, sulla salvaguardia dell'ambiente e delle biodiversità.

Nel capitolo tale riflessione sulla complessità si esplica in tre contenuti fondamentali, legati alla tematica energetica per motivazioni differenti: l'ecologia, intesa come riappropriazione degli elementi naturali in senso generale, l'arte, intesa come possibilità di lavorare con la natura e l'energia in maniera sinergica, e l'energia stessa, intesa come espressione dell'anima dei paesaggi.

<sup>4</sup> Battistella A., (2010), *Trasformare il paesaggio. Energia eolica e nuova estetica del territorio*, Edizioni Ambiente, Milano, pp. 241-242

Per comprendere l'incidenza del termine *paesaggio* nella istituzione delle nuove forme di progetto dell'energia, l'interrogativo a cui si cercherà di dare una risposta è come questo può diventare, o è già diventato, il luogo di senso dei sistemi energetici e come la tecnologia, e in senso più ampio, l'architettura può generare nuove configurazioni formali multiscalarari. La contemporaneità ha evidenziato i fallimenti delle visioni limitate alle singole parti; la sfida attuale è comprendere le interdipendenze spaziali, e sviluppare un senso di appartenza al paesaggio dell'energia, così come si appartiene alle culture e alle identità dei luoghi. Le interazioni fra le parti portano alle trasformazioni, con un evidente passaggio di energia, che dà vita ad un possibile nuovo ordine, che i fisici chiamerebbero entropia, nel quale gli elementi presenti si riorganizzano alla luce dell'evento che condiziona tutto il sistema. Il nuovo ordine è caratterizzato da nuovi fattori percettivi, perchè non è più riconosciuto negli elementi visivi che lo contraddistinguevano, da nuovi fattori ambientali, perchè gli habitat vengono compromessi dall'evento di trasformazione, e da nuovi fattori sociali<sup>4</sup>. E' l'analisi e la decodificazione dei fattori che consente di comprendere a fondo le trasformazioni portate dall'energia delle FER, ed è ciò che si prefigge di approfondire la tesi nella *Parte Prima* di inquadramento del tema.



## 1.1 L'ecologia per il progetto di paesaggio

Il paesaggio, rappresentazione del mondo che ci circonda, è l'espressione visibile del livello più complesso dell'organizzazione della vita sul pianeta, in quanto prodotto di tutti i processi di trasformazione, tanto naturali, quanto culturali. Ma la constatazione che il paesaggio, nella sua complessità, costituisca, comunque, un dato visibile, quindi una struttura di segni, permette di ampliarne il concetto.

E' possibile quindi, partendo dalla disposizione spaziale degli elementi, e della loro organizzazione, comprendere quanto questa condizioni qualsiasi processo di trasformazione. Ciò vale, in modo particolare, per la *Landscape Ecology*, che studia i sistemi ambientali muovendosi proprio dalla visibile organizzazione strutturale degli elementi, vale a dire dal paesaggio.

La *Landscape Ecology* nasce nel secolo scorso, prevalentemente ad opera dei geografi, che in questo periodo si accorgono dell'importanza, nello studio del territorio, delle configurazioni spaziali che gli ecosistemi assumono nel territorio. La dimensione spaziale, di cui si interessa l'ecologia, è direttamente relazionabile ai processi che avvengono nei sistemi territoriali. La forma degli elementi paesistici influisce sulle funzioni e viceversa: forma e processo sono aspetti indivisibili di un unico fenomeno. Gli studi di Ecologia si interessano, quindi, alla struttura del paesaggio, alle funzioni e alle trasformazioni nel tempo, considerando le caratteristiche di distribuzione (degli ecosistemi e delle loro forme) e di forma dei paesaggi antropici, per comprenderne il significato.

Il problema è quindi capire quali attività antropiche e quali attività naturali siano di reciproco interesse, quali compatibili e quali incompatibili con l'esistenza degli habitat presenti, per poi individuare le trasformazioni in sintonia con le possibilità evolutive del sistema considerato. Nel linguaggio della *Landscape Ecology* il paesaggio viene definito come sistema di ecosistemi, organizzati secondo una struttura gerarchica e interagenti fra loro attraverso scambi di energia e materia, in un fragile equilibrio dinamico sottoposto a perturbazioni di origine sia naturale che antropica.

L'ecosistema, base funzionale dell'ecologia è un sistema aperto, lontano dall'equilibrio, che vive dello scambio di energia tra un ambiente di entrata e uno di uscita, tra i quali i nutrienti circolano, si accumulano

e si trasformano, costituendo un completo sistema di interazioni tra le popolazioni di produttori, consumatori e decompositori.

La presenza di catene alimentari garantisce il flusso di energia e il ciclo della materia all'interno dell'ecosistema, e ne determina lo sviluppo e il suo processo evolutivo.

L'Ecologia del paesaggio, quindi, si occupa della struttura e dei flussi energetici fra i suoi vari ecosistemi.

In questo senso la disciplina non è un campo esclusivo dei naturalisti, ma assume come base di partenza l'organizzazione dello spazio fisico, ed è condizionata dalla scala spazio-temporale. Può essere quindi di supporto all'architettura del paesaggio.

A tal proposito è opportuno citare la visione di Louis-Guillaume Le Roy, uomo di scienza dalle vaste conoscenze e attività, che, sul tema dell'Ecologia affermava che "gli agenti (vegetali, animali, umani) di tutti gli ecosistemi insieme determinano il paesaggio, e contribuiscono alla sua formazione. Il paesaggio è il risultato di una attività che si è sviluppata come un tutto all'interno di un ecosistema. La concezione di un sistema autoctono è impossibile, l'uomo accetterà una situazione ecologica come data, e il suo compito sarà quello di contribuire all'evoluzione di un sistema ecologico. Un ecosistema funziona compiutamente quando tutte le sue componenti sono attive, il lavoro dell'uomo deve avere come obiettivo la conservazione della diversità degli ecosistemi e l'arricchimento delle componenti degli stessi, ai fini di una evoluzione sana ed equilibrata del paesaggio. Questi ecosistemi dipendono da un sicuro apporto di energia, che deve essere utilizzata limitandola ai bisogni intrinseci, pertanto il lavoro meccanico dovrà essere ridotto al minimo o essere proibito. Le materie organiche non potranno essere eliminate, ma il riciclo naturale sul quale si fondano gli ecosistemi può essere utilizzato per l'eliminazione di queste materie, che comunque servono per la vita del suolo, e non degli uomini o degli animali. L'uomo non praticherà più decorazioni vegetali secondo criteri estetici, tutto seguirà il riciclo naturale per crescere o riformarsi"<sup>5</sup>.

Lo studio del paesaggio, secondo quanto sostenuto da James Corner<sup>6</sup>, oggi è maggiormente attento allo studio delle tematiche, quali l'organizzazione, la dinamica interazione, l'ecologia e la tecnologia, per offrire un'alternativa al rigido meccanismo della pianificazione centralizzata.

<sup>5</sup> Le Roy L.G., (1996), *Principes écologiques qui devraient régir jardin et paysages*, in Le Dantec J.P., *Jardins et Paysages*, Larousse, Parigi, pp. 456-457

<sup>6</sup> Corner J., (2006), *Terra Fluxus*, in AA.VV., *The Landscape Urbanism Reader*, Charles Waldheim Editor, New York, 2006, pp. 21-34

<sup>7</sup> McHarg I., (2005), *An Ecological Method*, in Swaffield S., *Theory in Landscape Architecture*, University of Pennsylvania Press, Philadelphia, pp. 38-43

Nella visione del diciannovesimo secolo, le città erano viste come "recipienti" di tecnologia, di edifici ad alta densità, di inquinamento, di congestione dei trasporti e di fenomeni di social stress; invece il paesaggio era rappresentato dai parchi, dalle greenways, dai filari di alberi, e da tutto ciò che fosse lontano dai deleteri effetti dell'urbanizzazione. Un classico esempio di come, invece, la natura (o il paesaggio nella più ampia estensione) entra e guida lo sviluppo della città, è il Central Park a Manhattan; questo esempio, come tanti, sottolineano l'importanza nello sviluppo della città, dell'ambiente che può costruire la civiltà, la salute, l'equità sociale e lo sviluppo economico della città. Questo perché la *Natura* non è l'"altro" della città, ma è la sfida che la città intraprende al fine di diventare un componente attivo nella struttura della stessa. E la sfida non è solo in questa direzione, ma anche nella direzione opposta, ovvero nella crescita della città verso la campagna, dove la città si integra con i processi naturali già in atto.

L'approccio ecologico in questo senso ha dato un grande apporto, in quanto mostra come tutta la vita del pianeta sia profondamente legata da relazioni dinamiche, e, solo tramite questo approccio è possibile comprendere a fondo la complessità di queste relazioni. Dalla pubblicazione, nel 1946, di *Design with Nature* di Ian McHarg<sup>7</sup>, si è avuto un salto in avanti e un apporto specifico sulla pianificazione e sulla progettazione urbana con la Natura, che rivive come un processo, contenente una forma intrinseca.

Un luogo può essere compreso solo se si conosce la sua evoluzione fisica e i cambiamenti climatici, che hanno contribuito alla configurazione dello stesso. Il luogo stesso diventa la risposta alla progettazione, perché questo processo è regolato dal principio di causalità. Nella città lo studio si fonda sull'analisi delle forme date e delle forme fatte, per costruire una scala di valori degli elementi di identità.

L'emergere della *Landscape Ecology* come ideologia per la progettazione può essere ricondotta ad una serie di fattori: la crescente consapevolezza dell'aumentare della scala delle questioni ambientali, che richiedono un punto di vista paesaggistico; il riconoscimento dell'importanza del paesaggio come processo ed insieme di relazioni; e l'emergere della concezione del paesaggio come ecosistema. L'inesorabile domanda sempre maggiore di materie prime ha portato gli ecosistemi mondiali a numerose crisi ecologiche: ad esempio la perdita di terreno agricolo

nelle lande del territorio Americano, o la distruzione di molti ettari di foreste tropicali, mostrano l'eccessivo sfruttamento degli ecosistemi. Molti di questi fenomeni sono il risultato del cambiamento dell'uso del suolo che si verifica nei paesaggi.

I problemi di gestione delle acque, o delle specie in estinzione o dei cambiamenti climatici in atto cercano di trovare risposta nella progettazione alla scala del paesaggio. L'importanza, però, di un approccio di tipo ecologico è stata riconosciuta solo agli inizi degli anni '80, con l'accentuarsi anche dell'interesse verso la questione ambientale: i modelli spaziali influenzano i processi ecologici, che a loro volta influiscono sullo spazio. Il paradigma secondo il quale più ci si avvicina al limite sostenibile, più aumentano le probabilità che gli equilibri territoriali si spezzino e il prezzo del riequilibrio e del recupero delle risorse ambientali perse, diventi oneroso sia in termini economici sia in termini di tempo, ha guidato questo approccio. Si sono rese allora necessarie nuove metodologie per capire ciò che vale, ciò che è funzionale al mantenimento degli equilibri, ciò che può essere trasformato e come. Tali metodologie risultano applicabili allorché venga accettata l'ipotesi che l'uomo non sia un'entità esterna al mondo naturale, ma ne faccia parte come tutte le popolazioni che interagiscono con l'ambiente in cui vivono.

La capacità dell'Ecologia del paesaggio di studiare in un unico momento il paesaggio antropico e quello naturale come parte di un solo sistema diversificato, permette un approccio ai problemi territoriali in grado di superare la tradizionale conflittualità che vede le istanze antropiche in opposizione alle esigenze dei sistemi naturali.

Infatti, la *Landscape Ecology* si basa sul principio che "gli elementi naturali mantengono in equilibrio gli ecosistemi antropici e alcune attività umane contribuiscono alla stabilità e alla sopravvivenza di popolazioni e di ecosistemi naturali". Un percorso metodologico messo a punto recentemente prevede di anteporre le valenze fisiche e biologiche, Forman e Godron (1986) definiscono il paesaggio come "una porzione eterogenea di territorio composta da insiemi di ecosistemi interagenti, che si ripete in forma simile". Naveh (1990), sottolinea il grado di complessità del sistema paesaggio, parlando di "totalità dell'ambiente nella sua complessità visuale e spaziale, nella quale si realizza l'integrazione tra geosfera, biosfera e manufatti costruiti dall'uomo".

In Italia le scuole metodologiche individuabili nel panorama scientifico

sono riconducibili essenzialmente a cinque autori: Lothar Finke; A. Farina; V. Ingegnoli e S. Pignatti.

Finke pone soprattutto l'accento sull'aspetto pianificatorio della disciplina, la *Landscape Ecology* è intesa come un'interscienza. La sua analisi si basa sulla conoscenza completa ed approfondita del complesso degli elementi di matrice naturale ed antropica, che concorrono ed interagiscono nella formazione e sviluppo del paesaggio, sulla valutazione dell'incidenza che le attività umane esercitano sull'uso qualitativo e quantitativo delle risorse ambientali e sui processi fisici e biologici messi in atto dalle azioni di trasformazione del territorio. Egli introduce il "bilancio della natura" uno strumento di analisi e valutazione delle capacità funzionali (e non solo produttive) delle singole "unità ecologiche di paesaggio", le unità in cui è diviso ogni *Land*. Per ciascuno di essi viene poi redatto il Piano del Paesaggio che tiene conto sia della gestione del paesaggio sia della protezione della pluralità delle specie, sia della singolarità delle sue caratteristiche.

37

Per Finke i principi fondamentali di Landscape Ecology che trovano diretta applicazione nella pianificazione spaziale orientata ai principi ecologici sono: l'equilibrio ecologico, l'omeostasi, la tollerabilità, la stabilità, e la diversità.

Farina privilegia l'aspetto antropologico e zoologico. Focalizza l'attenzione, in fase di analisi, sulle relazioni intercorrenti tra l'arrangiamento spaziale dei mosaici ambientali e la storia naturale di molte specie animali. Gli ecosistemi vengono analizzati sotto il profilo spaziale, dato che la dimensione, il disturbo ed i mosaici ambientali interferiscono grandemente con la storia naturale di flora e fauna e con i loro relativi livelli di integrazione (ad esempio popolazioni, connettività). Gli animali per loro brevità di vita e mobilità sono molto sensibili alla spazialità dei processi ecologici.

Nello studio dell'ecologia, oltre ad analizzare i fattori ecologici biotici e abiotici si devono conoscere approfonditamente i rapporti (scambi, flussi di materia ed energia, interconnessioni e così via.) tra gli esseri viventi ed il loro ambiente, fondamentale quindi diventa la determinazione della disposizione spaziale degli ambienti ed i loro rapporti di adiacenza. I processi ecologici che si manifestano all'interno dei mosaici ambientali sono espressione di complicati *feed-backs* tra ambiente abiotico e forme viventi.

I concetti guida su cui si basa l'approccio metodologico del Farina possono essere così riassunti: la teoria gerarchica e le proprietà scalari dei sistemi ambientali, le metapopolazioni, lo studio della frammentazione, e il comportamento animale.

Secondo Ingegnoli il paesaggio è un sistema di ecosistemi, un ecomosaico pluridimensionale o "ecotessuto" paesistico. Viene privilegiato l'aspetto gerarchico e le scale dei livelli dell'organizzazione biologica.

Le caratteristiche più importanti dei sistemi biologici componenti l'ecotessuto sono lo strato di delimitazione e il filtro, il sistema interno di comunicazioni e il sistema interno di spostamento di biomasse, materie ed energia, l'autoriproduzione, e le caratteristiche proprie fisionomiche e dinamiche.

L'approccio di *Landscape Ecology* del Pignatti è un approccio fitosociologico, classificando i paesaggi per complessi di vegetazione, con il nome dell'associazione più diffusa, alla scala della piastrina territoriale, cioè alla scala di un elemento paesistico locale (scala topologica), e per sistemi vegetazionali, ad una scala più vasta (corologia).

Per Pignatti il paesaggio è la risultante dei caratteri geomorfologici del substrato e dei caratteri della vegetazione che lo ricopre. La vegetazione può essere naturale oppure risultante dall'opera dell'uomo, comunque deve mantenere il carattere di "manto vegetale".

Non viene però preso in considerazione il paesaggio urbano. Analizza la complessità del paesaggio basandosi su tre campi d'indagine: substrato, vegetazione e osservatore.

L'oggetto principale di studio del Pignatti è il manto vegetale inserito nella rete di relazioni che lo legano sia all'ambiente esterno (luce, calore, acqua, nutrienti ecc.), sia agli altri viventi (rapporti mutualistici, pascolo, demolizione della sostanza organica ecc.), ossia a quei fattori interagenti che costituiscono l'ecosistema.

Il manto vegetale che copre il territorio viene studiato partendo da quattro tipi di approccio: la flora (metodo qualitativo), la fitomassa (metodo quantitativo), la vegetazione (metodo quali-quantitativo), e i complessi di vegetazione (metodo integrato multidisciplinare).

Al centro del dibattito contemporaneo si colloca il dilemma della conciliazione fra le attività umane sociali ed economiche con la questione

<sup>8</sup> Olgyay V., (1990), *Progettare con il Clima. Un approccio bioclimatico ad un regionalismo architettonico*, Franco Muzzio Editore, Roma (prima edizione 1962)

dell'ecologia e della capacità rigenerativa tra il locale e il globale. Nel trovare le risposte alla questione, gli analisti della "sostenibilità" iniziano a fare i conti con ulteriori domande circa le modalità di chiarimento del rapporto fra il potere, i processi economici e la trasformazione ecologica e circa la possibilità di coniugare l'approccio sostenibile alle possibili strategie della conoscenza ecologica.

La preoccupazione maggiore è relativa all'applicazione del concetto di sostenibilità al paesaggio, alla società, ai mezzi di sussistenza ed alle attività sociali, economiche ed ecologiche. Ciò che si cerca di perseguire oggi è una nuova alleanza operativa tra la natura e la tecnologia, che lavori con e non contro l'ambiente, in modo da creare quelle differenze e complessità nei luoghi e nei comportamenti, che stanno alla base della stabilità degli ecosistemi urbani ed extraurbani e comunque degli insediamenti ecologicamente fondati. Infatti, mentre i "sistemi biologici" si intendono senza ambiguità con il loro ambiente, l'ambiente antropizzato contemporaneo è in totale "frintendimento" con le risorse fisiche (energia, acqua, suoli), contribuendo pesantemente a determinare gli squilibri ambientali e a rendere sempre più fragili le interazioni tra sistemi artificiali e sistema naturale. Il frintendimento ha profonde ragioni strutturali legate ai limiti dello sviluppo industriale, di tipo prevalentemente quantitativo e, di conseguenza alle contraddizioni che caratterizzano la "comunicazione ecologica" nella costruzione e gestione degli insediamenti e del paesaggio.

Victor Olgyay<sup>6</sup> pubblica una "metodologia per lavorare con le forze della natura e utilizzare le loro potenzialità per creare migliori condizioni di vita negli insediamenti umani". L'originalità del contributo dell'autore sta proprio nel fornire un "manifesto", creando gli strumenti per quantificare progettualmente la risposta tecnologico-morfologica alla domanda di benessere, nello specifico per gli edifici.

Quando, infatti, una quota di combustibili fossili viene sostituita con risorse ambientali rinnovabili viene dato un "ordine" all'economia ambientale del costruito.

Sostenere questa tendenza significa attivare nuovi equilibri dinamici tra ambiente fisico ed ambiente costruito che ne modifichino profondamente l'attuale metabolismo, senza estendere l'ambiente che lo sostiene, ovvero l' "ecological footprint".

Il limite che può individuarsi nella metodologia di Olgyay, riguarda solo

la profonda diversità fra la realtà americana e quella europea, la prima caratterizzata dal "turn over" tipologico, la seconda caratterizzata da sedimenti storici e culturali molto evidenti. La maggiore complessità del concetto urbano europeo è legata alla presenza di luoghi in un contesto di trasformazione, verso i "non-luoghi" nell'accezione di Marc Augè, cioè di "ambienti surmoderni programmaticamente auto referenziati, privi di relazioni con il loro intorno naturale e/o artificiale quindi non interagibili in un contesto insediativo". Non solo, ma anche gli insediamenti recenti vengono costruiti secondo questa logica, costituendo la maggiore causa del degrado ambientale. L'approccio bioclimatico dialoga, invece, con strumenti conoscitivi e operativi di tipo ecologico, in grado di comprendere le interazioni locale/globale e quindi di porre i problemi di controllo bioclimatico del progetto in termini ecologicamente sostenibili. Inoltre utilizza anche "eredità" dell'ecologia quali l'omeostasi, l'entropia e l'impronta ecologica che vanno compresi a fondo, in modo da creare l'occasione per ribaltare la tendenza attuale nell'ottica di valorizzare il locale. I nuovi compiti della progettazione del paesaggio, secondo questo approccio, consistono nell'ascoltare i "segnali vitali" del movimento ecologico e nell'assumersi la responsabilità del progetto in modo che partano dal basso le nuove ibridazioni e contaminazioni morfologiche e tecnologiche, basate sulle conoscenze salde del rapporto uomo/natura.

<sup>9</sup> McDonough W.; BraunGart M., (2002), *Cradle to Cradle. Remaking the Way We Make Things*, North Point Press, New York

## 1.2 I paesaggi energetici

Nel dibattito attuale sul tema, il paesaggio è definito, nelle varie accezioni e definizioni, anche come un'immagine culturale che esprime sia gli elementi morfologici visibili di una data struttura territoriale, sia le relazioni invisibili che li producono. La comprensione del paesaggio può avvenire tramite una progettazione energeticamente intelligente, infatti grazie ad un approfondimento sulle conoscenze del mondo vivente, i progettisti possono utilizzare in modo più proficuo i sistemi naturali per concepire sistemi fisici e spaziali, i paesaggi appunto, concretamente sostenibili<sup>9</sup>. L'energia rinnovabile costituisce un esempio di come sia possibile fornire nuovi contenuti alle trasformazioni del territorio, in quanto, con le sue componenti etiche ed estetiche, si rivela una possibilità di integrazione ma soprattutto di valorizzazione del paesaggio. Questo avviene tramite l'unione di una funzione (quella di usufruire di



<sup>10</sup> M. Pasqualetti, 2000

<sup>11</sup> Secondo Raffestin "la territorialità è un insieme di relazioni che nascono in un sistema internazionale società- spazio- tempo in vista di raggiungere la più grande autonomia possibile compatibile con le risorse del sistema"

fonti rinnovabili, per porre rimedio al problema climatico- ambientale), ad una sostenibile trasformazione del paesaggio. Definire la trasformazione, attraverso la capacità di comprendere i simboli della nostra epoca, è il compito che spetta a chi interviene oggi sul territorio. Tutte le attività umane da sempre hanno causato trasformazioni, la sfida è quella di saperle governare, trovando le "regole" di strutturazione dello spazio. Infatti, un parco eolico o un parco fotovoltaico, ad esempio, possono rivalutare un territorio e, come un intervento di *Land Art*, diventare un segno della cultura di chi lo abita e un arricchimento intellettuale, oltre che un vantaggio economico.

Pertanto, sostenere la realizzazione di impianti per lo sfruttamento di energia rinnovabile, significa avere la certezza della creazione di nuovi paesaggi energetici, costituiti da nuovi elementi visibili (ad esempio le centrali) e invisibili (nuove reti di relazione, di produzione e di distribuzione), ma soprattutto da nuove immagini culturali legate all'impiego delle fonti rinnovabili. La creazione di queste nuove immagini risponde ad un salto culturale legato ad almeno tre variabili: l'efficienza economica legata alle fonti rinnovabili; il sostegno amministrativo; la sensibilizzazione alla scala locale, rispetto alle opportunità delle fonti energetiche alternative.

Sebbene l'energia non sia un elemento visibile direttamente, è capace di generare strutture visibili sul territorio, per via delle modalità con le quali viene prodotta<sup>10</sup>. Un prima modalità, attraverso la quale può essere letta la generazione delle infrastrutture energetiche, consiste nel considerare una struttura energetica per quello che è in apparenza: un elemento materiale e visibile all'interno dello spazio. Ma, poiché il paesaggio è l'insieme di elementi tecnici, culturali, economici, sociali e politici che hanno dato origine ad una data morfologia del territorio, ma che sono immateriali e non direttamente osservabili, questa visione risulta semplicistica.

Ad ogni elemento morfologico corrisponde un insieme di elementi invisibili, relazionali, che si esprimono con il termine "territorialità"<sup>11</sup>. Di conseguenza qualsiasi paesaggio, anche quello energetico, può essere definito nei termini di un'immagine simbolica che esprime sia gli elementi morfologici visibili di una data struttura territoriale, sia le relazioni invisibili, quelle immateriali e quelle non direttamente

percepibili, che la producono. L'immagine dei contenuti simbolici può essere però mediata da linguaggi e codici differenti (di tipo artistico, letterario o scientifico), ma la sua funzione principale è di offrire un'interpretazione metaforica di una data realtà territoriale in modo da renderla riconoscibile.

Questa posizione è molto vicina a quella del paesaggio culturale. Si può, quindi, parlare di paesaggi energetici come di quegli elementi, materiali o immateriali, che danno origine ad immagini culturali di determinate modalità di organizzazione, di produzione, di distribuzione e di consumo dell'energia. Per comprendere meglio il concetto si può fare l'esempio di una centrale elettrica, quindi di una struttura visibile nel territorio; questa nasconde una territorialità, ovvero una rete di connessioni non visibile, ma connessa al suo funzionamento e all'efficienza del sistema. Alcune di queste connessioni hanno una natura fisica, ad esempio la rete infrastrutturale e di servizio nel territorio, altre hanno una natura sociale, politica ed economica, ad esempio le condizioni politiche o normative o alle relazioni sociali ed economiche tra gli attori. Allo stesso tempo la stessa centrale dà origine alle rappresentazioni simboliche della propria territorialità: il paesaggio energetico diviene così la metafora di una cultura energetica e del suo rapporto con l'ambiente, sia alla scala locale, sia alla scala globale.

<sup>12</sup> Bocchi R., (2009), *Progettare lo Spazio e il Movimento. Scritti scelti di arte, architettura e paesaggio*, Gangemi Editore, Roma, pp. 32-42

42

### 1.3 Arte Paesaggio ed Energia

L'arte, in quanto massima espressione estetica delle esperienze di percezione dell'uomo, rivela l'identità di un luogo, perché mette in scena le relazioni presenti in natura e perché coinvolge la popolazione che vive quel luogo. Le relazioni che l'arte esplicita tra l'uomo e il paesaggio, non sono necessariamente in armonia, piuttosto sono soprattutto espresse in termini di contrasto e di discontinuità.

Secondo Renato Bocchi<sup>12</sup> la parola che accomuna l'arte, l'architettura e il paesaggio è lo *spazio*, perché sottolinea gli aspetti topologici e di uso, e presuppone un'esperienza relazionale, una processualità e un cinematismo.

Quindi, il paesaggio, in questo senso, si configura come un'architettura di relazioni, ibrida, che marca i rapporti con il suolo, con il contesto urbano e con le esperienze dei fruitori.

Lo spazio, inoltre, costituisce la materia connettiva del progetto,

attraversata da collegamenti, che si sperimentano fisicamente con il movimento, e visivamente con lo sguardo; gli elementi fisici hanno un senso solo se concepiti in una relazione reciproca fra loro e con il contesto, pertanto lo spazio definisce in assoluto il sistema principale di percezione. L'individuo è colui che esprime l'appartenenza al paesaggio attraverso l'esperienza della percezione, definita da Alessio Battistella come "lo strumento attraverso il quale è possibile leggere le invisibili relazioni che esistono in natura...il linguaggio con cui è possibile entrare in comunicazione con la natura in virtù della natura che è contenuta nell'uomo, che permette a quest'ultimo di costruire il paesaggio"<sup>13</sup>.

L'individuo agisce sulla natura sia attraverso azioni che hanno dirette conseguenze sul territorio, sia come spettatore delle conseguenze che possono avere le sue azioni. Proprio la percezione costituisce, come detto, il primo approccio alla conoscenza del paesaggio; conoscenza che diventa da una parte l'origine di una qualsivoglia rappresentazione e, dall'altra parte, il risultato di un'azione.

43

Tramite la percezione, inoltre, è possibile decodificare le icone presenti sul paesaggio, di natura architettonica o naturale, che ne costituiscono le identità; ma, nella cultura di un paesaggio, la trasformazione delle icone è uno dei processi fondamentali, affinché un'immagine possa rinnovarsi e creare nuovi valori condivisi, e una nuova cultura per la comunità. L'energia, in senso generale, può svolgere il ruolo di dare nuovi valori e modificare le immagini del paesaggio, perché le strutture che ne permettono l'utilizzo e la diffusione, sono nuove rappresentazioni del paesaggio, nuove icone, che forniscono nuovi contenuti alla trasformazione e che, soprattutto, caratterizzano la nuova immagine della realtà fisica.

Un altro concetto molto importante, accanto a quello di percezione, è quello di identità, intesa come conseguenza delle azioni e delle trasformazioni che l'uomo mette in atto.

Pertanto, l'identità non è un'entità definita e stabile, piuttosto è ciò che innesca il processo di riconoscimento in un dato luogo, tramite i simboli e tramite le icone in continua trasformazione. Si è dato come presupposto il fatto che l'arte è lo strumento che consente di rivelare l'identità di un luogo. Inoltre l'arte dimostra che l'intervento dell'uomo,

attraverso la rottura di elementi già esistenti, è in grado di creare una nuova continuità con il luogo.

Gli artisti che hanno lavorato con lo spazio negli anni Sessanta e Settanta del Novecento, hanno fondato il movimento della *land art*, il movimento che ha reso tangibile l'energia della forma in relazione allo spazio. Questi artisti hanno messo in scena, nei loro progetti e nelle loro realizzazioni, le nuove relazioni tra l'uomo e l'ambiente e hanno suggerito nuove percezioni della realtà spaziale del paesaggio. Gli artisti della *land art*, in questo modo, sono diventati i fautori della costruzione di nuovi paesaggi, e hanno fornito il modo di interpretare la natura, attraverso i suoi elementi costitutivi.

Quello che nell'*arte ecologica* è diverso rispetto alle pratiche del passato è proprio l'approccio alla natura ed al paesaggio.

44 Gli artisti, infatti, lavorano su elementi che presentano un ordine naturale, prendendone coscienza. Pertanto il movimento non è da interpretare come un arcaico ritorno alla natura o come un semplice recupero dell'idea di natura nel processo formativo dell'opera, ma come un atteggiamento estetico che fa leva sull'amplificazione del concetto di arte. Infatti, il paesaggio e la natura diventano un supporto per l'opera, e, in questo senso, l'arte può acquisire un potere salvifico, reale o anche solamente evocativo, rispetto all'incalzare del degrado ecologico ed ambientale. Gli interventi e le opere assumono un connotato decisamente ambivalente.

La *Land Art*, alla luce di queste brevi annotazioni, negli anni Sessanta e Settanta ha favorito una rinnovata lettura del rapporto naturale/artificiale e del valore estetico dei luoghi della cultura, ma oggi influenza profondamente i progettisti contemporanei nel modo di guardare e fare paesaggio. Gli artisti hanno il merito di aver affrontato *ante litteram* temi e questioni alla base della riflessione contemporanea sulla qualità degli insediamenti umani, e di avere allestito un universo figurativo di visioni anticipate.

L'aspetto più importante della questione è, però, il contributo che da questi concetti deriva per la progettazione dei paesaggi dell'energia, delle nuove icone della transizione e della trasformazione della società. Il primo contributo riguarda la presa di coscienza della necessità di ripensare il rapporto arte/natura, tenendo conto delle

<sup>15</sup> Sonfist A.(a cura di), (1983), *Art of The Land*, New York

<sup>16</sup> Per approfondimenti si rimanda Smithsonian R., (1979), *The writing of Robert Smithson*, Nancy Holt, New York

<sup>17</sup> Artista della *earth art* che lavora sull'ambiente naturale e desertico

diverse declinazioni sia del concetto di arte (soprattutto nell'opposizione odierna del reale/virtuale), sia del concetto di natura (quella naturale o quella artificata ad esempio), introdotti con il progresso delle tecnologie informatiche e della ricerca scientifica, legate anche alla definizione aggiornata dell'idea di sviluppo (i temi della sostenibilità e della limitatezza delle risorse ambientali e culturali). Un secondo contributo è l'acquisizione della consapevolezza del valore del tema della coltivazione della terra e del lavoro agricolo e orticolo, come piattaforma pratica e teorica per la formazione della cultura del paesaggio urbano. Un ultimo contributo comprende l'accezione temporale, ovvero la addizione del valore reale della variabile temporale nei processi di costruzione dei luoghi, e l'accezione spaziale e simbolica, ovvero l'attenzione ai siti degradati come ambiti di riflessione progettuale, per una rigenerazione in chiave etica, estetica, ed energetica dei luoghi di scarto delle città.

Si rende necessario, quindi fare alcuni esempi pratici di alcuni artisti che mostrano nei loro progetti queste anticipazioni definibili come ecologiche e sostenibili. Un primo esempio è offerto da Alan Sonfist<sup>15</sup>, che realizza l'opera *Time landscape*. Se si vede oggi, l'opera non appare tanto diversa da un bosco urbano costruito con un pianificato e ben realizzato intervento tecnico di forestazione, ma invece rappresenta l'espressione della trasformazione plastica della natura. Si può in questo caso parlare non solo di recupero archeologico di un grande lotto urbano nella città di New York, ma anche di anticipazione di una pratica di costruzione di un immaginario, e di una revisione della topografia del paesaggio urbano in chiave storicistica e funzionale, ma soprattutto in chiave ecologica.

Robert Smithson<sup>16</sup>, artista celebre per la *Spiral Jetty* (un molo di terra e roccia che si srotola per poi avvolgersi a spirale, sulle acque del Great Salt Lake) lavora con la terra, l'acqua, la luce naturale, i fenomeni atmosferici, i materiali vegetali e le dinamiche temporali, proprio a testimonianza delle anticipazioni ai temi ecosostenibili.

Un altro artista che è necessario citare, molto diverso, è Walter de Maria<sup>17</sup>. Egli lavora, invece, sul problema della scala, infatti "gioca" con il questo aspetto quando, con il *Lighting field*, un campo di quattrocento parafulmini installato nel 1977 in Messico, confonde le convenzioni che

presiedono alle diverse unità di misura, fornendo un'importante nuova esperienza sulla temporalità.

46



Fig.3 Immagini del *Time Landscape* di Alan Sonfist a New York

Fig.4 Immagine della *Spiral Jetty* di Robert Smithson nel Great Salt Lake



47

Infine, si menzionano un'opera che lavora con l'accentuazione delle pratiche ecologiche, fortemente legate sia all'ambiente, sia all'equilibrio degli ecosistemi, quale, ad esempio, *Revival Field 1*, opera di Mel Chin. L'opera nasce come una applicazione della conoscenza scientifica sulle piante, capaci di assorbire il metallo pesante per eliminare le tossine dei suoli contaminati, e si sviluppa come una vera e propria tecnologia contemporanea.

La possibilità di aggiornare il codice semantico ed espressivo della progettazione del paesaggio, costituisce la svolta verso la possibilità di trasformazione energetica. In conclusione si può dire che l'arte, intesa come prodotto di una pratica che ha a che fare con i sensi e con la percezione, può da una parte isolare e dall'altra parte mostrare i caratteri fondamentali di un luogo, e può suggerire le soluzioni che stabiliscono un nuovo equilibrio con la natura e con l'energia.

Un apporto fondamentale sugli argomenti trattati e sui rapporti esistenti, insiti nella definizione di paesaggio, viene dato, inoltre, dalla fisiognomica, una disciplina che, pur tenendo conto degli aspetti spirituali, artistici e percettivi, studia la fisicità dei fenomeni, in particolare di quei fenomeni che danno informazioni sull'espressività del paesaggio, ed emergono dallo sfondo per rimanere impressi nella memoria.

Fig.5 Immagine del *Lighting Field* di Walter de Maria





<sup>18</sup> Galofaro L., (2007), *Artscape. L'arte come approccio al paesaggio contemporaneo*, Postmedia Books, Milano, p. 211

48

Vi sono, nella disciplina, alcuni caratteri che hanno un ruolo importante, ma anche nuovo, e quindi emergente, come ad esempio il colore e l'illuminazione, assieme, naturalmente, alla forma, generata dall'uomo, intesa non come singola entità ferma, ma come un processo dinamico. Se il paesaggio contemporaneo è il luogo nel quale l'arte e l'architettura interagiscono, è necessario che attraverso l'arte si delimiti il campo, in cui i fruitori possano comprendere il lavoro di chi progetta lo spazio. Pertanto è "l'architettura che restituisce all'arte il campo arricchito dal valore della negoziazione tra soggetto ed oggetto"<sup>18</sup>. Questa negoziazione investe sia il campo del sociale, sia il campo della geografia dei luoghi, pertanto è un'entità interdisciplinare.

L'architettura dei luoghi dell'energia ha iniziato il suo processo di formalizzazione, dando un valore teorico anche all'estetica della tecnologia, infatti il linguaggio dei progettisti diventa libero di esprimersi in una grande varietà di soluzioni. Ad oggi, la tendenza è quella di creare una connessione con la tradizione, senza lasciare spazio alle novità delle scoperte tecnologiche, se queste alterano in maniera netta l'immaginario collettivo.

Ma la tecnologia energetica viene intesa anche come una possibilità di rivalutazione di aree pregiudicate, per via dello sfruttamento delle risorse naturali presenti, avvenuto in epoca industriale, ad esempio. Infatti, ciò che deve essere evidenziato è il grande potenziale artistico ed estetico delle tecnologie, che attraverso la trasformazione del

Fig.6 Immagini del *Revival Field 1* di Mel Chin in Messico



paesaggio, anche profonda, danno origine a veri e propri *landmark*. Da una parte, essi consentono di mantenere una continuità con i luoghi della memoria dell'industria, e dall'altra parte, tramite l'operazione di rinnovo che portano nel luogo, possono generare una voluta distanza rispetto alla storia dei luoghi.



Figg.7-8-9 Immagini dei nuovi landmark energetici nel territorio



## CAPITOLO 2: TECNOLOGIA, FONTI ED ENERGIA

51

*"Se riuscissimo ad affrontare i vincoli culturali  
e gli adeguamenti culturali all'utilizzo di nuove fonti,  
ci potrebbero essere le condizioni per realizzare uno  
dei più grandi progressi,  
una vera rivoluzione, nella storia dell'umanità."*

*M.K. Hubbert*

La valenza fisico spaziale dell'energia ed i suoi contributi alla tematica energetica sono terreni non coltivabili, poichè la problematica non ha fondamenti critici nè supporti teorici o pratici sui quali svilupparsi. Per quanto riguarda il rapporto tra l'energia e il paesaggio, l'osservazione è alquanto scarsa, poiché l'estetica delle tecnologie dall'era industriale ad oggi non ha avuto un ruolo significativo nella composizione dei luoghi. L'evoluzione dell'insediamento e del paesaggio, attraverso le varie epoche storiche, fino a quella attuale, appare frutto dello sforzo continuo e persistente da parte dell'uomo per soddisfare la sua domanda crescente di energia, rendendo disponibili sempre nuove fonti energetiche. L'incremento storico e la progressiva articolazione dei consumi energetici, di quelli urbani in particolare, hanno contribuito in maniera determinante allo sviluppo economico-produttivo, sociale, culturale e tecnico-scientifico della civiltà occidentale.

52

Lo stretto legame esistente tra le forme dell'energia e la forma del paesaggio e dell'insediamento, consente, infatti, di leggere l'intera storia urbana come una sorta di sequenza di cambiamenti e di mutazioni, prodotti dallo sviluppo e successivo declino di fonti energetiche utilizzate. I modi di utilizzo del territorio ai fini insediativi, produttivi e culturali hanno spinto all'evoluzione e alla sostituzione delle fonti di energia per l'approvvigionamento, e, il loro sviluppo e il loro declino hanno influito sulle modalità di antropizzazione del paesaggio, individuando nel momento di crisi della fonte, la scintilla del cambiamento socio-economico e di riorganizzazione per arrivare all'utilizzo della fonte temporalmente successiva<sup>1</sup>.

Il paesaggio, concepito come sistema, è costituito dai luoghi in trasformazione, alla ricerca di una nuova forma, che superi i limiti fisici e che agevoli lo sviluppo delle attività presenti. Il punto di partenza per il riconoscimento delle specificità esistenti nel complesso rapporto fra energia e morfologia, e fra tecnologia e qualità spaziale, è l'idea che le fonti di energia rinnovabile abbiano reali potenzialità se concepite come risorse diverse ed antitetiche rispetto alle fonti di energia classiche, in quanto richiedono strutture economiche opposte, determinano tendenze produttive diverse, producono effetti positivi sull'ambiente e causano diversi effetti politici, economici, sociali e morfologici sul territorio.

L'immagine della città contemporanea, che, criticamente, viene descritta

<sup>1</sup> De Pascali P., (2008), *Città ed Energia. La valenza energetica dell'organizzazione insediativa*, FrancoAngeli, Milano

Fig.1 Inizio Capitolo 2, immagine di un paesaggio industriale dismesso: le Fornaci Picci, Quartu Sant'Elena, Cagliari



come il motore della concentrazione e della metabolizzazione di grandi quantità di fonti energetiche e di materiali, e quindi dell'energia contenuta in tali materiali, oltre che di quella impiegata negli intensi spostamenti di cose e persone generati da tale motore, è stata variamente interpretata nel corso degli anni nelle sue componenti. Già negli anni Sessanta F.L. Wright definiva la città come una "bocca immensa", il cui nutrimento era funzione del mutuo rapporto con l'energia. Questo stretto legame consente di considerare la città come un vero e proprio motore energivoro, ad oggi scarsamente efficiente, in cui si convertono grandi quantità di energia e di materia, all'alto costo di consumi e sprechi energetici.

E' proprio attraverso lo studio della trasformazione fisica avvenuta nel paesaggio, grazie alla sostituzione, obbligata nel tempo, delle fonti energetiche, e al conseguente cambiamento della richiesta, che è possibile attraversare i periodi storici e i cambiamenti spaziali, e sociali, caratterizzanti la Prima Rivoluzione Industriale, quella del carbone, la Seconda Rivoluzione Industriale, quella del petrolio e la Terza Rivoluzione Industriale (non ancora pienamente avvenuta).

53

Sarà quella delle FER?

## 2.1 L'energia e le forme del paesaggio e della città

<sup>2</sup> De Pascali P., (2008), *op. cit.*

Il valore spaziale e fisico dell'energia è un tema affrontato marginalmente, in quanto i due principali ambiti disciplinari il cui oggetto è la tematica energetica (politico-economico e tecnico) si aprono poco ad implicazioni territoriali della variabile energetica; invece è un'area di ricerca con un carattere multidisciplinare, dotata di proprie specificità. In particolare, l'evoluzione dell'insediamento urbano attraverso le varie epoche storiche fino a quella attuale, appare un frutto della costante domanda energetica e dei flussi sempre nuovi di fonti energetiche.

Il paesaggio è il luogo nel quale si originano i comportamenti derivati dall'evoluzione dei bisogni, in particolare quei comportamenti caratterizzati da un'alta valenza di consumo e da un'importante componente insediativa. Proprio ai comportamenti e alle fasi di crisi delle varie fonti energetiche, corrisponde il cambiamento sociale ed economico, e la modificazione dell'organizzazione territoriale, che porta alla ricerca di una nuova fonte energetica. Ogni epoca è caratterizzata da un sistema energetico ed a questo corrisponde un'organizzazione insediativa.

Molti fattori "fisici" concorrono alla determinazione dei fabbisogni e dei consumi di energia del paesaggio: la forma e la dimensione, la densità e la dispersione dei residenti, le condizioni climatiche, la tipologia del costruito, e le modalità di gestione di questi fattori. A fronte di alcuni benefici, i processi dell'insediamento disperso per la collettività generano maggiori costi ambientali, sociali e finanziari rispetto alle tradizionali forme urbane accentrate, ed ostacolano qualsiasi ipotesi di sostenibilità dello sviluppo paesaggistico. La densità insediativa incide, quindi, in maniera rilevante sui consumi energetici, perché "l'insediamento ad alta densità richiede il 44% in meno di energia rispetto a quello più rarefatto; genera il 45% in meno di inquinamento dell'aria; i costi di funzionamento sono più bassi dell' 11%"<sup>2</sup>.

Il rapporto tra i consumi legati ai trasporti e la densità è uno dei nodi principali del problema energetico della dispersione. Questo perché alle lunghe distanze e ai modi di spostamento fondati sull'automobile privata, che caratterizzano i trasporti nell'insediamento disperso, corrispondono consumi superiori a quelli dell'insediamento concentrato.

Un altro settore di ricerca che si confronta con la forma, e quindi, anche, con la densità, è quello dei consumi civili, cioè i consumi energetici prodotti essenzialmente per creare le condizioni di benessere negli

ambienti costruiti. I principali parametri che vengono considerati, e che sono legati alla densità, sono quelli relativi all'accesso al sole data dagli edifici ravvicinati, dall'orientamento e dalle dispersioni connesse con la tipologia edilizia. Se si trasferiscono le considerazioni fatte, alle situazioni del clima odierno, in cui il problema dei consumi si propone non solo per il freddo invernale, quanto, e soprattutto, per il surriscaldamento estivo, si deve sottolineare come il problema degli effetti della densità sui consumi civili sia incompleto. Infatti, altri due fattori appaiono più importanti nell'intervento sul rapporto tra densità e consumi civili. Il primo è il fenomeno dell'isola di calore che aumenta il carico termico estivo e, di conseguenza, produce un incremento di consumi. Il secondo è quello dalla condizione insediativa densa. Si intende precisare che per isola di calore si intende la zona atmosferica soprastante la città, che registra temperature mediamente più elevate di quelle della campagna circostante.

Storicamente, la forma e la dimensione sono i parametri considerati nell'analisi delle relazioni tra città fisica e consumi energetici, ma sono anche quelli attualmente ritenuti più pertinenti all'elaborazione teorica che non venga utilizzata in un contesto applicativo. In Gran Bretagna e in Francia, ad esempio, sono state adottate politiche fondate su modelli di decentramento di nuovi insediamenti per dare una risposta anche al problema della dimensione ideale per i centri urbani. All'interno di tali politiche la valenza energetica è stata, però, considerata solo molto marginalmente, per cui risulta complicato fare una valutazione dell'efficienza energetica delle loro realizzazioni, poiché non si dispone nemmeno di termini di paragone. Nella definizione di indirizzi di sviluppo e di riorganizzazione del territorio, può avere senso utilizzare, in termini di modelli di riferimento, i parametri dimensionali ed anche quelli morfologici. Alla determinazione dell'isola di calore concorrono anche altri fattori oltre a quelli morfologici, tra i quali l'uso delle fonti fossili, l'inquinamento dell'aria ed il microclima locale.

55

Gli schemi di sviluppo urbano energetico secondo gli studi effettuati da (Paolo De Pascali 2008), si distinguono in:

- l'espansione concentrata in quattro centri suburbani, con un aumento della densità sia interna che dell'intorno dei centri, e con un importante miglioramento delle strade e del trasporto pubblico per le connessioni;



- l'espansione concentrata lungo quattro strade radiali principali, con l'incremento delle densità lungo queste strade, e, in aggiunta, con la creazione di corridoi ad alta densità;
- la combinazione delle due opzioni precedenti, con la concentrazione dell'espansione nei quattro centri suburbani e della viabilità nelle strade radiali che li connettono con il centro città, accompagnata dal miglioramento delle strade e del trasporto pubblico;
- l'espansione periferica a bassa densità tra il confine urbano e l'anello stradale più esterno con inclusione di nuovi subcentri;
- l'espansione concentrata in aree limitate intorno al confine urbano, considerando il possibile impiego di sistemi di teleriscaldamento e cogenerazione.

56

Il clima delle città viene fortemente influenzato dall'interazione tra l'irraggiamento solare e le caratteristiche fisiche dell'insieme urbano e degli edifici, definite dalle geometrie e dalle dimensioni delle costruzioni, dai materiali, dai colori, dalla vegetazione, e dagli specchi d'acqua. Un sistema che amplifica gli effetti della radiazione solare è costituito dalla trappola termica, che si forma tra gli edifici. Le loro pareti e le superfici orizzontali, come quelle stradali ad esempio, funzionano, infatti, come riflettori e come assorbitori. La trappola termica valorizza le proprietà del tessuto urbano, rispetto al paesaggio non costruito, di immagazzinare maggiormente il calore, favorendo un altro fenomeno prodotto dalle interazioni tra radiazione solare ed insediamento: l'accumulo di calore nelle aree urbane. Questo si sviluppa in due fasi temporalmente distinte: la prima, durante il giorno, dove l'insieme urbano capta la radiazione solare e la incorpora sottoforma di calore negli elementi e nei materiali; e la seconda, durante la notte, in cui restituisce parte del calore accumulato.

Le relazioni che legano la forma della città e l'energia possono essere studiate, infine, anche attraverso gli effetti energetici della crescita urbana misurata dal variare, nel tempo, delle caratteristiche del patrimonio edilizio. Quest'ultimo, in qualsiasi momento, risulta strutturato in tre principali componenti: gli edifici già esistenti, gli edifici esistenti ma ristrutturati, e le nuove costruzioni. Ovviamente, solo le ultime due tipologie determinano il cambiamento sia dell'entità del patrimonio edilizio che dei fabbisogni e dei consumi di energia.

Le condizioni climatiche ed ambientali urbane appaiono, quindi, strettamente legate alle caratteristiche morfologiche della città e delle sue parti ed alla distribuzione spaziale delle funzioni urbane così come determinate dal processo di sviluppo insediativo.

## 2.2 La ricerca di energia per “costruire” l’habitat

Si parte dall’ipotesi che la costruzione delle città, nell’antichità, fosse intenzionalmente realizzata seguendo le regole di sfruttamento della radiazione solare, e le regole di intelligente adeguamento alle condizioni climatiche. Questa ipotesi ha trovato credito e parecchi seguaci, specialmente nella prima “stagione bioclimatica”, iniziata subito dopo la crisi petrolifera negli Stati Uniti, dei primi anni ’70 del Novecento. In realtà non si pensava ad un’organizzazione spaziale “energetica” della città, intesa come sistema complesso e unico, ma l’attenzione era spostata sull’utilizzo di tipologie edilizie efficaci dal punto di vista ambientale. Le linee guida furono quelle di costruire l’abitazione con una sorta di elemento mediatore fra lo spazio esterno, direttamente esposto alle perturbazioni del clima, e lo spazio interno, per il quale era necessario mantenere un livello di comfort accettabile, con i minori cambiamenti possibili.

Per lungo tempo, fino all’epoca industriale, le due forme di energia prevalenti erano la forza muscolare dell’uomo e il legno (quello che oggi viene definito biomassa vegetale). Addirittura Vitruvio attribuisce all’utilizzo della legna per il fuoco la nascita della prima cultura urbana: “in quegli incontri degli uomini attorno al calore del fuoco, venivano emessi dei suoni e con la consuetudine quotidiana diedero un nome a ciò che toccavano...grazie alla scoperta del fuoco è nato il ritrovarsi...cominciarono alcuni a costruire capanne di paglia, altri a scavare grotte nelle montagne. In seguito confrontando le proprie case con quelle degli altri e aggiungendo, con le proprie idee, nuove soluzioni ...”<sup>3</sup>. Il legno, oltre a servire per accendere il fuoco, era strettamente connesso alla crescita della popolazione nelle città e allo sviluppo delle manifatture e delle attività commerciali.

La forza muscolare serviva, invece, alla produzione di energia cinetica, per tutte le azioni legate alla vita che necessitavano di movimento, come l’utilizzo di utensili o la costruzione delle case. Un esempio da citare è sicuramente la forza muscolare degli schiavi che ha costituito

la forza motrice di tutta la civiltà antica., in quanto veniva utilizzata in città per la costruzione degli edifici pubblici, soprattutto nella civiltà romana, per le case e per il lavoro in miniera. Anche i trasporti dell'epoca avevano un ruolo fondamentale nella conformazione fisica della città, infatti il fatto che l'uomo si spostasse con il cavallo, faceva in modo che da questo dipendessero sia le dimensioni e le distanze delle reti stradali, sia l'involucro degli edifici, sia le pavimentazioni dello spazio di transito.

In generale, la forma delle città antiche è nata senza un disegno preordinatore di progetto, ma hanno inciso in maniera diretta fattori quali: le caratteristiche del terreno, le esigenze di difesa, i rapporti con le aree agricole della campagna, e i fenomeni come le guerre e le carestie. Gli aspetti bioclimatici, quale l'esposizione alla radiazione solare, venivano presi in considerazione per il singolo edificio, in particolare per i bagni termali che, in epoca romana, godevano di impianti di produzione di energia termica molto sofisticati. Le tipologie edilizie efficaci dal punto di vista climatico ruotavano intorno ad un elemento cardine, rappresentato dal cortile interno insieme al porticato, che fungeva da filtro sia per gli ambienti interni che per gli ambienti esterni, "ammorbidendo"

58

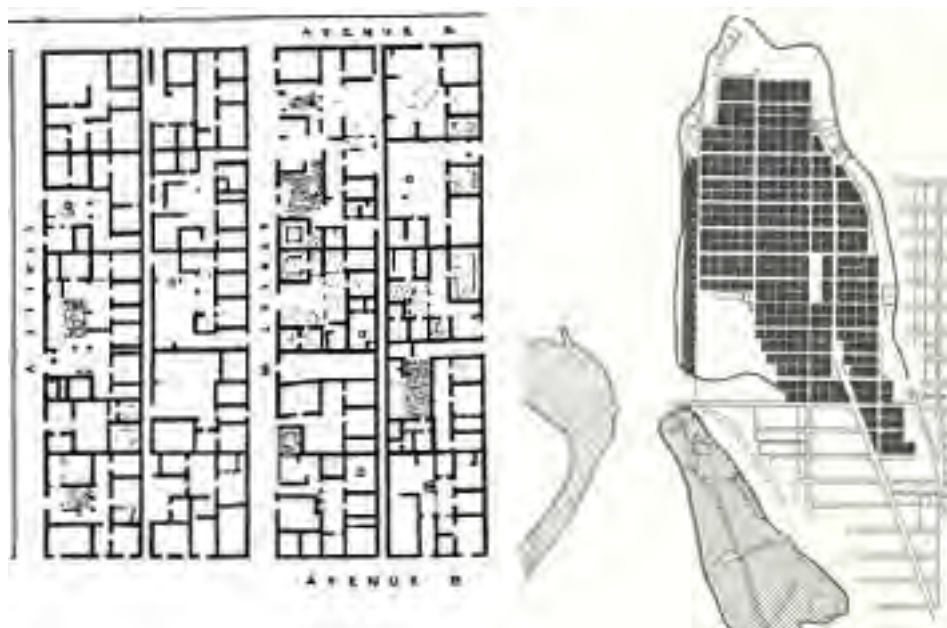


Fig.2 Pianta della città di Olinto

anche il rapporto con gli agenti esterni, quali il sole, il vento e le precipitazioni<sup>4</sup>. Ad esempio nella pianta della città di Olinto, è evidente come la modulazione degli isolati dipenda principalmente dalla radiazione solare sugli edifici, secondo le esigenze stagionali (ogni fila comprende cinque abitazioni, con i locali chiusi verso l'esterno, ma aperti sul cortile interno, che si addensano sul lato nord delle case).

Per quanto riguarda, poi, il riscaldamento e l'illuminazione venivano utilizzati i focolai e le luci basse delle candele, però la prima innovazione di rilievo fu l'introduzione dei camini rudimentali, la cui efficienza dipendeva (e migliorava con il tempo) sia dal tipo di combustibile utilizzato, sia dal materiale utilizzato (la pietra, il mattone, il fango) per la sua realizzazione. Nonostante i dettagli forniti, non è stato mai possibile calcolare il bilancio energetico delle abitazioni dell'antichità, ma ciò che è chiaro è che la richiesta di costanti flussi energetici, necessitavano di notevoli capacità organizzative e di una notevole mobilitazione di forza lavoro.

59

Nelle colline della Francia, vicine a Parigi, veniva sfruttata anche l'energia del vento, grazie ai mulini, che si caratterizzavano essenzialmente



Fig.3 Esempi di mulini a vento in Francia e in Olanda

per usi agricoli, ad esempio per il sollevamento delle acque. Infatti non si può riconoscere a questa fonte un utilizzo per attività di tipo urbano. I primi ad introdurre i modelli di pala eolica più efficienti, furono però gli olandesi, che utilizzavano i mulini per macinare il grano e per pompare l'acqua; in altri contesti che non fossero agricoli, i mulini venivano usati anche per macinare e rompere le materie prime, come il gesso, e la canna da zucchero. Solo in Olanda le tecnologie del vento diedero un contributo significativo al drenaggio delle terre basse del paese, per la conquista di nuovi campi coltivabili per l'agricoltura.

<sup>5</sup> Cattaneo C., (1841), *Notizie naturali e civili su la Lombardia*, Bernardoni, Milano

L'uso delle fonti energetiche citate fu fortemente condizionato dal vincolo di prossimità al luogo nel quale queste si generavano. Infatti, il legno, a causa dei limiti delle tecnologie e della fonte energetica utilizzata per il suo trasporto (quella muscolare), e il vento, a causa dell'impossibilità di trasferire il movimento in un luogo diverso da quello in cui si produceva, avevano alcuni limiti, poi superati grazie alle applicazioni diffuse per la conversione, ad esempio, dell'energia termica in energia meccanica, che hanno a loro volta determinato grossi cambiamenti nella conformazione del paesaggio.

60

### 2.3 I paesaggi d'acqua

L'acqua ha gradualmente modellato il pianeta con la sua costante azione, e ha influenzato l'uomo nei processi di trasformazione nei vari territori. Ha costituito la fondamentale infrastruttura di supporto per lo sviluppo, sia economico che culturale delle popolazioni, tanto che l'evolversi della civiltà urbana dipende dalle modalità con cui si è configurato il rapporto tra l'uomo e l'acqua, ovvero dall'invenzione e dalla messa a punto dei suoi modi d'uso.

"Abbiamo preso le acque dagli alvei profondi dai fiumi e dagli avvallamenti palustri e le abbiamo diffuse sulle aride lande. La metà della nostra pianura è dotata di irrigazione; e vi si dirama per canali artefatti un volume d'acqua che si valuta a più di trenta milioni di metri cubici ogni giorno...le acque sotterranee tratte per arte alla luce del sole, e condotte sui sottoposti piani, poi raccolte di nuovo e diffuse sopra campi più bassi, scorrono a diversi livelli con calcolate velocità ..."<sup>5</sup>.

Così descrive il paesaggio lombardo Carlo Cattaneo nell'800, per evidenziare la complessa rete irrigua lombarda.

L'utilizzo delle acque, nel tempo, però, non è stato legato solamente all'agricoltura, ma anche alla produzione di energia per il movimento dei mulini e delle ruote idrauliche, per le prime attività artigianali, o ancora per sfruttarne la corrente come via di trasporto. Dapprima i fiumi e poi i canali artificiali, hanno, infatti, costituito importanti infrastrutture per il trasporto di persone o merci, divenendo nel tempo un'importante fonte di sviluppo urbano, economico e sociale delle popolazioni locali. Allo stesso modo l'acqua ha contribuito alla definizione delle forme urbane, in quanto ha influenzato la collocazione dei primi nuclei abitati, delineando la conformazione del tessuto edificato, con la definizione di tipologie edilizie in affaccio sui canali, e ha favorito lo sviluppo di alcune attività industriali specifiche. Non sempre però la presenza di un fiume ha costituito l'occasione di sviluppo, ma in alcuni casi ha rappresentato una "frattura" per la continuità del tessuto urbano, fenomeno ancora più evidente a seguito della costruzione delle imponenti ed impenetrabili arginature che l'uomo ha con il tempo integrato ai centri urbani, per difendersi dagli effetti disastrosi che la forza dell'acqua porta con sé.

61

Le relazioni esistenti tra l'uomo, la forma del paesaggio e l'acqua non sono procedute sempre con le stesse modalità; a partire dalla Rivoluzione Industriale e dal forte sviluppo urbano che ne è conseguito, il rapporto fra l'acqua e la conformazione della città è stato fortemente compromesso, fino a giungere in alcuni contesti urbani alla totale negazione. Questa è la fase che, in qualche modo, riguarda anche il presente, soprattutto per le conseguenze che si osservano, attraversando città e paesaggi aperti. L'acqua è, però, un elemento ecologicamente molto importante, moltiplicatore di ampi processi biologici ed elemento vitale per gli ecosistemi. Purtroppo questa potenzialità è stata compromessa dall'intensificarsi dei processi edilizi e di inquinamento: si sono infatti ristretti i corridoi naturali che solcavano i campi coltivati e che lambivano le aree urbanizzate, si è impoverito il loro corredo vegetale e faunistico, e sono quasi scomparse le aree umide che comparivano vicino ai corsi d'acqua e che li depuravano. L'acqua dei fiumi, quindi, concepita come vettore dell'energia cinetica, ha trovato sempre una maggiore integrazione e valorizzazione con l'economia urbana e con la conformazione fisica ed organizzativa della città.

L'utilizzo dell'acqua era molto importante per l'irrigazione delle coltivazioni, soprattutto nelle aree non coinvolte dalle piene stagionali dei

corsi d'acqua o nelle aree che facevano fronte ai periodi di siccità. I sistemi di irrigazione alimentati esclusivamente dalla forza dei muscoli umani rappresentavano un carico oneroso, perciò non stupisce il fatto che gli uomini abbiano fatto ricorso a tutto l'ingegno per progettare macchine o strumenti meccanici, che sfruttassero i flussi idrici o la forza animale per semplificare i lavori di irrigazione. L'impiego dell'acqua e della sua forza motrice, come fenomeno legato agli insediamenti, trova la sua origine in Europa nel Medioevo, quando si iniziarono ad aprire canali per muovere gli ingranaggi delle industrie artigianali, attraverso lo sfruttamento della pendenza dei terreni. Si vennero così a formare veri sistemi territoriali costituiti da convertitori a cascata con le relative opere di supporto.

Il mulino ad acqua, utilizzato prevalentemente nel campo dell'agricoltura, si diffuse abbastanza rapidamente nel Medioevo: la corrente dell'acqua, normalmente direzionata attraverso condotti inclinati di legno verso le pale, faceva ruotare un albero molto resistente che poteva essere accoppiato direttamente ad una pietra da macina. Queste macchine dovevano essere collocate lungo correnti molto rapide, dato che la loro potenza massima era proporzionale al triplo della velocità dell'acqua. I mulini pian piano vennero utilizzati anche per l'estrazione dei minerali e nella metallurgia, perché le azioni di taglio o di segatura, ad esempio, richiedevano sempre più energia di quella garantita dal lavoro manuale<sup>6</sup>.

<sup>6</sup> Smill V., (2000), *Storia dell'Energia*, Il Mulino, Bologna, pp. 43-130. [Edizione originale *Energy in World History*, Westview Press, Boulder (Colo.), 1994]



Fig.4 Antichi mulini ad acqua nel paesaggio siciliano



<sup>7</sup> La descrizione della macchina di Marly, si trova in De Pascali P., (2008), *op. cit.*, pp. 58-71

L'invenzione del mulino ad acqua ha permesso l'integrazione fra i fiumi e gli insediamenti, riuscendo a ricavare anche l'energia necessaria allo sviluppo sociale delle forme dell'insediamento.

La connotazione urbana della macchina idraulica, oltre che dal paradigma "acqua città", deriva anche dall'integrazione fisica ed economica con il mercato, ed è diventata essa stessa un fattore importante per la produzione, e quindi per lo sviluppo dell'economia, proprio nei luoghi privilegiati del dispiegamento di tale sviluppo, che si rispecchiano nelle città. Però il più complesso impianto si riconosce sempre nella macchina di Marly, destinata a rifornire gli infiniti giochi d'acqua della Reggia di Versailles. Questo strumento rappresenta l'estrema potenza della tecnologia di quei tempi e si trattava di un sistema che captava dalla Senna una grande quantità di acqua.

L'importante elemento territoriale è dato dal fatto che rappresenta l'unica macchina di epoca preindustriale che ha consentito la trasmissione dell'energia, lontano dal luogo della produzione e per distanze alquanto significative<sup>7</sup>.

63

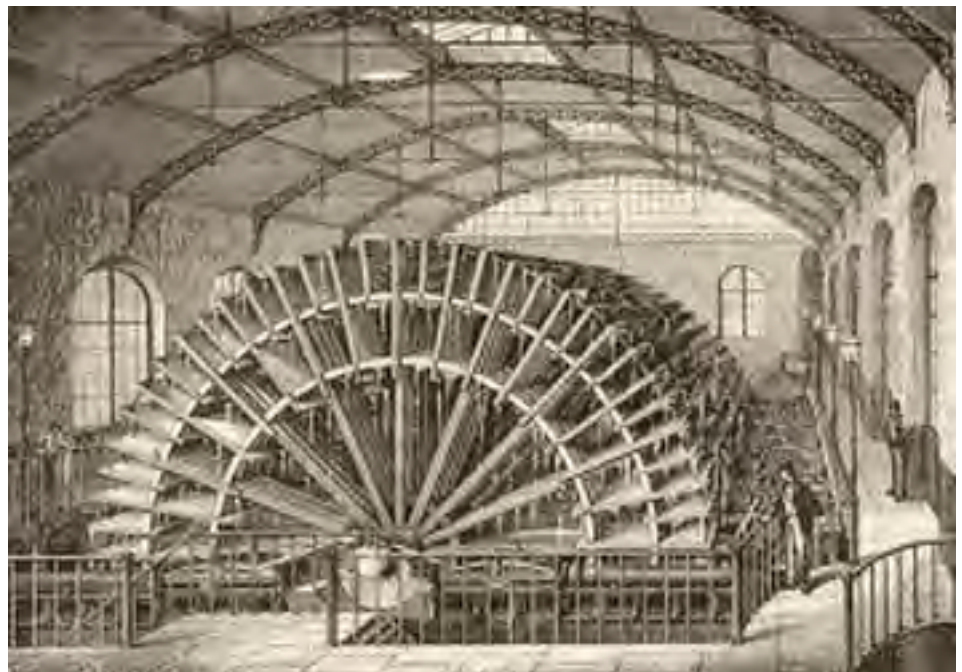


Fig.5 Immagine della macchina di Marly a Versailles

Attraversando il percorso che ha legato l'acqua con la forma del paesaggio e con la vita dell'uomo, è possibile affermare, innanzitutto, che l'acqua costituisce la regola di strutturazione e di definizione del paesaggio; il fiume e i corsi d'acqua sono, infatti, la manifestazione più tangibile ed evidente della duplice valenza che l'azione delle acque intrattiene con l'uomo e con il territorio. Da un lato il flusso continuo dell'acqua esercita un'azione di modellamento delle rocce e dei suoli, modificando la struttura fisica del paesaggio, dall'altro lato sollecita un lavoro costante dell'uomo per controllare ed utilizzare il potere energetico. Però, il flusso dell'acqua può essere origine di eventi altamente distruttivi, capaci di trasformare rapidamente interi paesaggi e alterare radicalmente la loro struttura, e le relazioni che il tessuto urbano e gli abitanti hanno intrattenuto con la presenza dell'elemento fluido.

64

Le prime notizie che arrivano sul governo delle acque sono quelle degli Etruschi, mentre i Romani furono i primi ad introdurre il concetto di uso plurimo delle acque per l'irrigazione e per l'approvvigionamento domestico. Con il tempo la delineazione di questi "paesaggi artificiali" ha seguito fasi e tempi alterni depositando sul territorio un'importante patrimonio di segni e di manufatti. E' all'interno del paesaggio urbano che il rapporto e la tensione tra l'uomo e l'acqua, tra i fiumi e la crescita urbana, raggiungono la loro massima espressione e complessità in termini di storia, immagine, gestione ed integrazione. Sfruttata dapprima come importante strumento di difesa, l'acqua viene successivamente ad assumere un ruolo sempre più rilevante all'interno dell'economia urbana. Laddove l'acqua ha condizionato nel tempo la modellazione e l'organizzazione del territorio, essa ha contribuito a fornire a quest'ultimo una propria identità e riconoscibilità: basti pensare alla città di Venezia, luogo simbolo dello stretto rapporto tra acqua e morfologia urbana. L'acqua ha costituito però anche un limite, allo sviluppo e alla crescita urbana, ed è stata concepita come una forza negativa e distruttiva, perché, in seguito alle inondazioni e distruzioni, ha portato alla realizzazione di quelle opere di regimazione, che determinano gradatamente l'esclusione della forma d'acqua dalla città.

Progressivamente l'acqua è stata sempre più "artificializzata", in quanto i corsi d'acqua non sono stati più riconosciuti come luoghi di adduzione e di rigenerazione di una risorsa vitale, e sono stati sempre più spesso assimilati a sistemi di drenaggio superficiale per il convogliamento e

l'allontanamento delle acque dai nuclei urbani; le rive hanno cessato di essere il luogo di relazione e di fruizione privilegiata del paesaggio fluviale; infine, le architetture legate all'acqua hanno perso nel tempo il loro significato finendo per essere occultate e cancellate dallo sviluppo edilizio della città.

Il processo di trasformazione è partito dalla costruzione delle imponenti opere di ingegneria idraulica, durante l'epoca dell'industrializzazione, che se da una parte hanno tolto il carattere di naturalità ai corsi d'acqua, dall'altra parte hanno costituito e costituiscono un grande pericolo per la vita dei centri urbani: dalle dighe alla ridefinizione dei letti dei fiumi, dalla deviazione dei corsi d'acqua alla copertura di canali che da superficiali sono diventati sotterranei, così da essere nascosti. Un esempio tragico di questi fenomeni è il caso della diga del Vayont, il cui disastro occorso il 9 ottobre del 1963 nel neo-bacino idroelettrico artificiale, dovuto alla caduta di una colossale frana dal soprastante pendio montuoso nelle acque del sottostante e omonimo bacino lacustre alpino, ha portato alla conseguente tracimazione dell'acqua contenuta nell'invaso, con effetto di dilavamento delle sponde del lago, di conseguente superamento dell'omonima diga da parte del fronte d'acqua generato, fino all'inondazione e distruzione degli abitati del fondovalle veneto, tra cui la celebre Longarone.

Si sta, oggi, facendo strada un nuovo atteggiamento che, a partire da una nuova coscienza ecologica e da una rinnovata ricerca di qualità di vita e di ambiente, propone la riqualificazione dei corsi d'acqua nel paesaggio, coinvolgendo anche la valorizzazione del tessuto urbano e del recupero delle relazioni tra città e fiume, non solo in termini fisici e spaziali, ma anche visivi, sociali, ecologici e ambientali.



Fig.6 Tragiche testimonianze della tragedia del Vayont

## 2.4 I paesaggi del carbone: la prima rivoluzione industriale

La Prima Rivoluzione Industriale nasce in Inghilterra con la scoperta e l'utilizzo di una nuova fonte di energia primaria, come motore di una trasformazione sociale tale da essere appunto rivoluzionaria: il carbone.

L'uomo ha cercato nel carbone un possibile sostituto delle risorse lignee e, sebbene di inferiore qualità, la straordinaria potenza di questa risorsa ha definito, guidando lo sviluppo dei sistemi di trasporto, lo sviluppo del modello insediativo concentrato. Infatti, la Prima Rivoluzione Industriale è considerata anche come una vera e propria rivoluzione spaziale, in quanto molti fenomeni di modificazione spaziale del '700 e dell'800 sono "figli" dell'utilizzo del carbone come fonte primaria di energia. La nascita e lo sviluppo della civiltà industriale hanno trovato origine anche nell'introduzione di alcuni arnesi tecnologici, come la macchina a vapore e l'altoforno per la siderurgia.

66



Fig. 7 Immagini degli altoforni dell'era del carbone

Fig. 8 Immagine della macchina a vapore e di un possibile utilizzo

Il carbone è una fonte energetica non subordinata al condizionamento assoluto del luogo, infatti nel '700 è stato possibile superare i vincoli di localizzazione legati all'estrazione della fonte, per potersi avvicinare ai luoghi nei quali estrarre e direttamente vendere i prodotti. Iniziano a nascere una grande quantità di fabbriche industriali vicino ai luoghi di mercato, ai margini delle città. Il carbone è, quindi, motivo di concentrazione dell'insediamento, sia per l'impulso espansivo dettato dall'industria, sia per le dimensioni delle fabbriche legate allo stoccaggio della fonte e al suo trasporto. La città ha superato, in questo momento storico, le mura di cinta e si è sviluppata intorno alle industrie, assumendo anche gli effetti strutturali delle stesse.

I materiali prodotti nelle nuove fabbriche consentono la realizzazione delle nuove vie di trasporto, come ad esempio la ferrovia per lo stoccaggio delle materie prime, in un primo tempo, e delle persone fisiche, in un secondo tempo. Le fabbriche e le ferrovie costituiscono gli agenti di concentrazione insediativa delle industrie e, quindi, l'ampliamento delle città; infatti, la manodopera si trasferiva dalle campagne alla città, andando a costituire il panorama delle vastissime periferie operaie. Legati a questo fenomeno nascono anche le stazioni e i porti ferroviari nelle protuberanze urbane. L'industria determina, in termini fisici, l'ampliamento dell'insediamento urbano per la mano d'opera, in quanto le periferie operaie si sviluppano come spazi caratterizzati dalla compattezza, poichè ospitavano solamente gli operai e le famiglie nelle poche ore giornaliere di riposo; inoltre si contraddistinguevano per l'ambiente malsano, per la vicinanza con le emissioni inquinanti e i materiali provenienti dalle fabbriche, ed erano caratterizzate dall'estrema povertà, per il bassissimo salario che, nonostante le molte ore di lavoro, percepivano gli operai.

Grazie alle descrizioni pervenuteci dagli scrittori del tempo e dalle testimonianze lasciateci dagli abitanti, le città apparivano come entità molto sporche e caratterizzate dalla scarsa igiene, in cui i luoghi pubblici si distinguevano prevalentemente per la presenza di immondizia, di scarti delle lavorazioni, e di liquami provenienti dall'industria<sup>8</sup>.

L'era del carbone, pertanto, vede il coniugarsi del paradigma del rapporto forma/città/energia in termini di inquinamento, e in termini di problematica per l'ambiente urbano; infatti, è proprio in questo periodo che nascono le cosiddette utopie urbane, ad esempio la più celebre è la



*Garden City* di Howard, considerata l'alternativa alle nuove metropoli inquinate, in cui viene introdotta, divenendo poi caratteristica della città futura, la dinamica della specializzazione delle funzioni urbane ed insediative.



Figg.9-10 Immagini schematiche della *Garden City* di Howard

L'industrializzazione porta anche all'utilizzo di nuove macchine da lavoro, come ad esempio la macchina a vapore, già citata, che modifica sensibilmente l'immagine della città, con la nascita delle ciminiere e degli altiforni. La macchina a vapore fu il primo nuovo motore introdotto dopo l'adozione dei mulini a vento, e ha rappresentato il primo macchinario in grado di trasformare l'energia chimica proveniente dal carbone in energia meccanica, in modo da avere un ruolo decisivo nell'industrializzazione mondiale. Il contributo di James Watt nella costruzione delle potenzialità delle caldaie a vapore, fu la realizzazione del condensatore separato, per l'incremento dell'efficienza della caldaia appunto, e quindi anche, per l'incremento dell'efficienza energetica generale.

L'utilizzo della caldaia anche per i mezzi di trasporto, fu un'altra innovazione importante, perché si diffusero anche i battelli (incentivando di conseguenza il trasporto via mare) in grado di attraversare l'oceano con una grande facilità.

Tra gli ingredienti critici del processo di industrializzazione ci sono, però, alcuni processi che sono stati innescati, ma che effettivamente non sono stati portati avanti in maniera compiuta dall'introduzione della macchina a vapore: l'affermazione dell'economia monetaria e di schemi di crescente mobilità del lavoro e dei capitali, che ha dato vita alle nuove relazioni contrattuali; e, la produzione di massa e il tentativo di abbassamento dei costi di produzione, che hanno portato alla nascita dei mercati<sup>9</sup>.

Anche l'attività di estrazione del carbone conduce, infine, alla nascita di nuovi spazi urbani. Infatti, le miniere, già esistenti dal 1600, non rimangono più solamente il luogo dell'estrazione, ma diventano anche un luogo dell'abitare, secondo la stessa logica delle periferie operaie, in quanto collegate direttamente alla città, grazie alla presenza della ferrovia, e per agevolare la vicinanza tra il luogo della produzione e il luogo dell'insediamento.



## 2.5 I paesaggi del petrolio. La città verticale e orizzontale: la seconda rivoluzione industriale

Il protagonista della Seconda Rivoluzione Industriale è il petrolio come fonte di energia primaria. Il passaggio dal carbone al petrolio non è mai stato netto, ma le modificazioni che questa transizione ha portato nel territorio, costituiscono la testimonianza concreta del cambiamento rivoluzionario nella conformazione spaziale, sociale, culturale ed economica. Con l'uso del petrolio si sono verificati intensi cambiamenti nei sistemi insediativi, a causa della crescita degli impieghi energetici, dati dalla sommatoria di quelli direttamente connessi ai processi industriali e di quelli indirettamente scaturiti dall'aumento della popolazione, dai servizi e dal progressivo innalzamento delle condizioni di vita.

70 In primo luogo, con l'utilizzo del petrolio come fonte primaria di energia, si è diffuso un modello di distribuzione tramite rete (un modello non totalmente nuovo). Edison divenne famoso proprio per il suo geniale sistema di fornitura elettrica, basato su una efficace rete di distribuzione che poteva essere realizzata facilmente in ogni luogo della città e consentire l'accesso ad una fonte flessibile, sia da parte di soggetti pubblici, sia da parte dei cittadini privati. Il ruolo determinante dell'elettricità ricoperto fin dall'inizio, nella crescita sociale ed economica della civiltà urbana, si deve essenzialmente all'immediato sviluppo delle tecnologie, che ne favorivano il trasporto su lunghe distanze, e all'introduzione della distribuzione diffusa, che permetteva la definitiva separazione tra il luogo della produzione dell'energia e il luogo del consumo della stessa. La trasmissione a distanza iniziò con il trasferimento nelle città della produzione idroelettrica, ma soprattutto continuò ad espandersi con la costruzione delle centrali termoelettriche sempre più potenti, fuori dai centri abitati, connesse a reti di distribuzione sempre più ampie e ramificate, prima all'interno della città esistente e poi in seguito unite alla rapida espansione delle periferie. I primi impieghi dell'elettricità a rete hanno riguardato, infatti, in primo luogo l'illuminazione degli spazi pubblici, progressivamente anche l'illuminazione delle case private, ed infine il sistema del trasporto pubblico su rotaia.

La Scuola di Chicago viene considerata l'emblema dell'architettura del ferro, connessa all'energia elettrica, per via della costruzione dei grattacieli. In seguito al brevetto di Von Siemens nel 1880, l'elettricità venne utilizzata, infatti, per la distribuzione spaziale negli edifici,

con la nascita dell'ascensore; la possibilità di sfruttare l'energia elettrica dal basso verso l'alto, e viceversa, ha fatto in modo che l'edificio si organizzasse su un vero e proprio sistema di viadotti verticali. Le canalizzazioni dell'ascensore assumono un ruolo determinante nell'organizzazione e distribuzione degli spazi dei piani, e dell'ingresso del grattacielo. In questo modo, l'applicazione elettrica, che ha favorito la funzione di spostamento verticale, non ha influito solo sulla direzione e sulla dimensione dell'edificio ma anche sull'organizzazione interna e sulla forma dell'edificio stesso. Il grattacielo è l'elemento emblematico della direttrice di sviluppo della città contemporanea verso la verticalizzazione, che riguarda il centro urbano, non solo in America ma anche in molte città europee e soprattutto nei paesi in via di sviluppo. Si ha quindi lo sviluppo della cosiddetta *città verticale*, caratterizzata anche dai quartieri residenziali delle periferie delle città europee (dal dopoguerra in poi), nei quali sono prevalse grandi tipologie edilizie sviluppate in altezza (ad esempio, a blocco e a torre), la cui realizzazione è però diminuita con il tempo. In questa tipologia urbana la distribuzione di energia elettrica è avvenuta tramite strutture verticali distribuite ritmicamente nel paesaggio, ovvero i tralicci in ferro ed in acciaio che caratterizzano ancora oggi le "campagne".

71



Fig.11 Immagine di una centrale termoelettrica

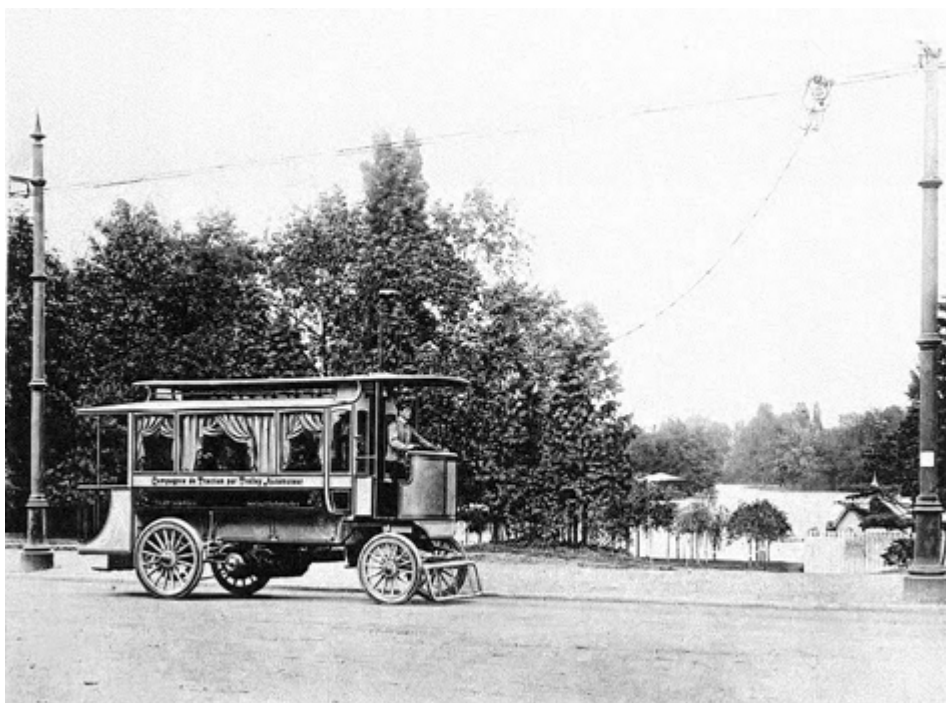


Fig.12 Immagine della diffusione dell'elettricità e del traliccio elettrico

Fig.13 Immagine storica dell'automobile elettrica

<sup>10</sup> Ingersoll R., (2008), *L'Agricivismo*, [http://www.ariannaeditrice.it/articolo.php?id\\_articolo=21962](http://www.ariannaeditrice.it/articolo.php?id_articolo=21962)

In questo caso il paradigma forma/energia si traduce in termini di dipendenza dall'elettricità e, quindi, di rischio di black out, che ha causato spesso il blocco di tutte le attività cittadine.

L'era del petrolio segna il suo momento più importante con la nascita del motore a combustione e quindi con l'impiego di questa fonte nei trasporti. In particolare, il motore segna l'inizio dell'era dell'automobile, in cui le città, come ad esempio Los Angeles, sono diventate famose sia per la loro cultura improntata sulla macchina, sia per lo sviluppo delle autostrade accompagnato da quello degli incroci, sia per i sobborghi tentacolari e per i quartieri dormitorio che tale era contribuisce a creare.

L'assetto spaziale del paesaggio e della città subisce, così, una nuova rivoluzione, ovvero quella della *città orizzontale*. Iniziano però, anche, i problemi legati all'inquinamento prodotto dagli scarichi degli autoveicoli. L'avvento del motore a combustione interna insieme all'automobile privata, porta il petrolio direttamente alla conquista del quasi totale predominio energetico nel campo dei trasporti. Il petrolio e l'automobile hanno favorito anche, il fenomeno della dispersione insediativa (chiamato *sprawl*), e viceversa, la dispersione insediativa ha incentivato l'utilizzo della automobile e del petrolio come fonte di approvvigionamento. Il rapporto tra la dispersione e l'automobile è connotato da forti componenti, legate ai comportamenti, che quindi influiscono pesantemente sui consumi, a conferma che questi in generale non derivano solo da fattori di tipo strettamente utilitaristico.

A proposito dello *sprawl* urbano, Richard Ingersoll<sup>10</sup>, il principale riferimento teorico su questo argomento, afferma che "in quest'epoca le città si sono organizzate sulla base di criteri che chiedono sempre più velocità e sempre più spazio. E' il modello statunitense che ha vinto ed è stato copiato in tutto il mondo. Bisogna trattare la nuova struttura urbana come qualcosa da restaurare, da mettere a posto. I territori sono stati depredati e feriti da troppe infrastrutture e il modo di collocare le funzioni urbane ha un prezzo ambientale altissimo ed è causa di grande spreco".

La dispersione urbana modifica e ha modificato radicalmente i valori culturali, produttivi e naturali dei luoghi, condizionandone l'economia e l'identità.

La diffusione della tecnologia a motore causa, infine, la progressiva denaturalizzazione delle città, che ha portato all'introduzione di quei materiali da costruzione che escludono il vuoto dalle intenzioni progettuali. Il modello citato è ancora attuale; si tratta di un modello socio-insediativo "automobile-centrico" fortemente vincolato per il suo funzionamento all'uso del petrolio, e presenta, per questo stesso fatto, un elevato grado di criticità intrinseca, il cui valore è dato in termini generali dai tempi e modi di adattamento e ricalibratura del modello energetico stesso, in relazione ai tempi e modi di esaurimento della fonte, ma ancor più ai tempi previsti per l'inizio del suo decadimento<sup>11</sup>.

<sup>11</sup> De Pascali P., (2008), *op. cit.*

La complessità del paesaggio contemporaneo, generatasi dalla dipendenza attuale dal petrolio, ha portato alla ricerca di nuove forme di benessere, comfort e qualità urbana e paesaggistica.





75

Fig.14 Celebre immagine degli operai in pausa durante la costruzione di un grattacielo

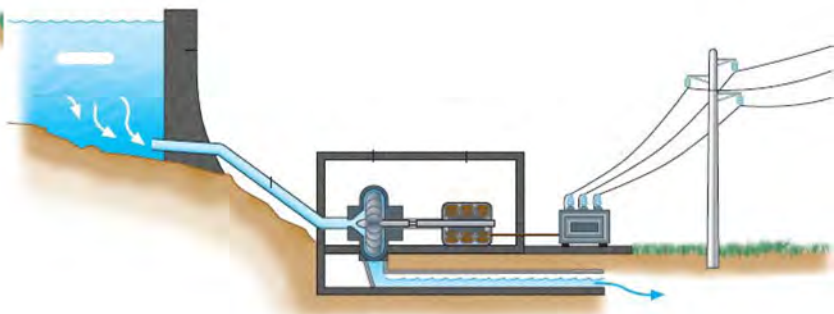
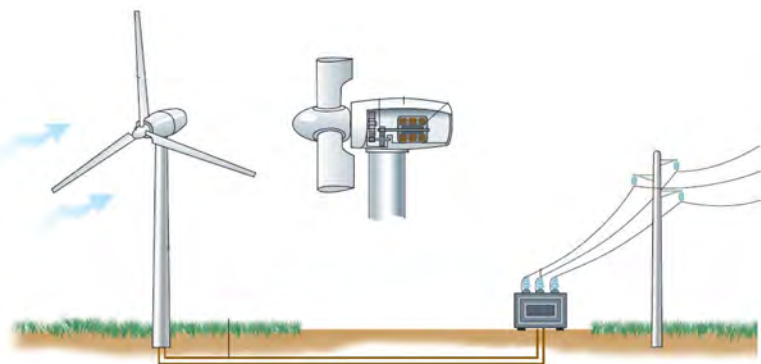
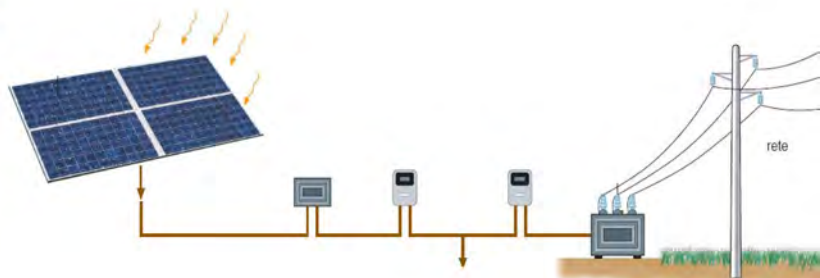
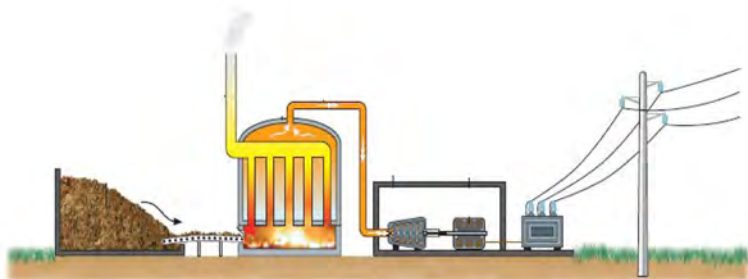
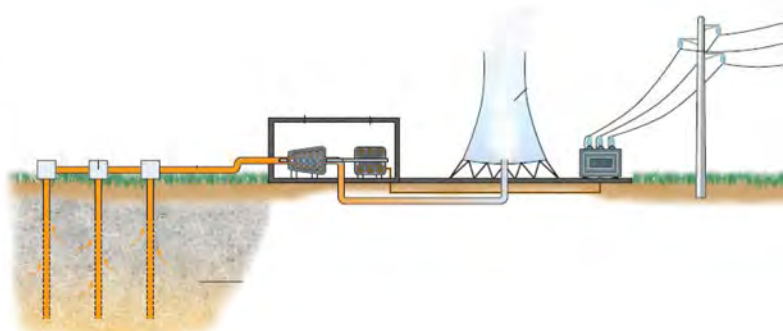
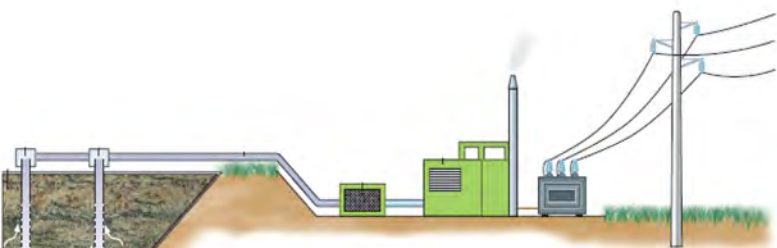
Fig.15 Foto aerea rappresentativa del fenomeno dell'*urban sprawl* in America







## ***PARTE SECONDA***



### CAPITOLO 3: LETTURE

79

*"La candela più luminosa e più lucente  
brucia molto prima,  
consumandosi più velocemente!  
E tu hai sempre bruciato la tua candela  
da tutte e due le parti"*

*R. Batty, Blade Runner*

L'energia, secondo quanto assunto come principio nelle sessioni precedenti, acquista un nuovo ruolo nella definizione di qualità degli scenari urbani e paesaggistici, in quanto diventa il nuovo elemento strutturale del progetto. Il termine "letture", utilizzato come titolo del capitolo, è inteso in un duplice senso: da una parte *leggere* significa apprendere lo stato dell'arte delle fonti di energia rinnovabile, così come la realtà comunica; dall'altra parte *leggere* significa anche comprendere criticamente quali sono le potenzialità del sistema del "rinnovabile" e trovare gli aspetti che già oggi possono apparire poco chiari, in modo da prevedere in anticipo le soluzioni per i problemi che si andranno ad affrontare nell'utilizzo delle tecnologie bioclimatiche.

Studiare la problematica ambientale, la storia e i caratteri costitutivi delle fonti di energia rinnovabile, nel dibattito contemporaneo, significa analizzare tutti i parametri quantitativi, a partire dalle leggi che governano l'uso delle fonti rinnovabili, per arrivare al problema strettamente di tipo economico, legato all'esaurimento delle fonti fossili e all'aumento dei consumi energetici, fino allo studio dell'efficienza delle tecnologie bioclimatiche. In particolare, la ricerca e la pratica attuale si orienta al raggiungimento delle "emissioni zero", intese come creazione di energia o trasformazione della stessa energia in altre forme, senza produrre nessuna delle emissioni tipiche che normalmente si avrebbero nella combustione, come ad esempio l'emissione di anidride carbonica.

La storia delle fonti di energia rinnovabile è fortemente legata a due fenomeni in stretta comunicazione fra loro: da una parte l'esaurimento del petrolio e dei combustibili fossili, dall'altra, il cambiamento climatico legato alle emissioni di CO<sub>2</sub> nell'atmosfera. Il dibattito su queste problematiche è nato a partire dal 1970 negli Stati Uniti (in seguito al raggiungimento del picco della produzione del petrolio) e ancora oggi è caratterizzato dai due fenomeni citati, che possono anch'essi essere considerati di ordine quantitativo. Il nodo apparentemente inestricabile che lega l'economia e la società all'attuale modello energetico, con tutte le sue contraddizioni, da una parte gli sprechi e i danni delle lunghissime catene di approvvigionamento delle fonti fossili, dall'altra il tentativo di condurre anche le energie rinnovabili all'interno di una struttura cristallizzata, vede la prevalenza dei *global player* del mercato globale<sup>1</sup>. Ma la lettura di questi parametri di carattere quantitativo delle fonti rinnovabili, consente di affrontare lo spostamento dell'attenzione

<sup>1</sup> L'analisi dei parametri quantitativi è tratta dal testo Scheer H., (1999), *Il solare e l'economia globale. Energia rinnovabile per un futuro sostenibile*, Edizioni Ambiente, Monaco

Fig.1 Inizio Parte Seconda, immagine del parco ITER di Tenerife

Fig.2 Inizio Capitolo 3, immagine delle tecnologie per l'utilizzo delle FER

dagli effetti della civiltà globale alla necessità di effettuare azioni locali. Lo scenario sul lungo periodo si proietta verso produzioni locali di energia, in una strategia tendente a svincolare i processi economici e fisici dai combustibili fossili e dall'energia nucleare. Le diversità fra le fonti rinnovabili e le fonti fossili vengono messe a fuoco su grande e piccola scala, in relazione sia alla lunghezza della catena delle trasformazioni, che alla possibilità di un maggior controllo consentito dalle tecnologie in cui il produttore e il consumatore dell'energia si identificano. Naturalmente il cambiamento del modello energetico implica anche una profonda trasformazione del modello organizzativo e culturale, che coinvolge sia le forze politiche, sia le forze amministrative della società, oltre che, in prima battuta, il cittadino.

Inoltre, lo studio degli aspetti quantitativi legati alle FER, consente un approfondimento sul presente delle fonti rinnovabili, ed in particolare sull'acquisizione della coscienza che effettivamente utilizzare queste fonti sia un'operazione ad emissione zero. Il dubbio nasce dall'informazione che circola circa le tecnologie bioclimatiche, dalla diffidenza legata ai costi di installazione, dalla necessità di essere comunque dipendenti da una rete elettrica, fondata su un sistema economico centralizzato, e dall'effettiva vita media delle componenti materiche delle tecnologie. Infine, le letture consentono anche un approfondimento sul futuro delle FER, poiché in effetti considerando la vita media della tecnologia, non si conosce quali saranno le modalità di smaltimento, nè quale possa essere la futura identità dei nuovi paesaggi energetici, adesso in formazione. Se da una parte la normativa fornisce le linee guida per caratterizzare il cambiamento locale e globale dato dalle fonti rinnovabili, e dall'altra l'economia fornisce le indicazioni sul futuro delle fonti fossili, nessuna disciplina specifica si sta attualmente occupando di conoscere il futuro del silicio dei pannelli fotovoltaici, né il futuro delle grandi pale eoliche, o delle centrali idroelettriche che caratterizzano i nuovi paesaggi energetici. Fino a pochi anni fa il problema era poco sentito, anche a causa della giovane età delle tecnologie bioclimatiche; d'altra parte però l'avvio significativo, risalente a circa vent'anni fa, della diffusione delle tecnologie, soprattutto fotovoltaiche ed eoliche, in Germania e negli USA inizia ad essere ormai "datato". Si tenta di dare una risposta nella lettura, appunto, di questi temi, che costituiscono la base degli aspetti qualitativi e sperimentali della ricerca.

### 3.1 La nascita del dibattito sulle FER

La nascita e la storia del dibattito sulle fonti di energia rinnovabile è strettamente legata, come accennato all'esaurimento del petrolio e dei combustibili fossili e al cambiamento climatico, determinato dalle emissioni dei gas serra nell'atmosfera. I due fenomeni risultano strettamente connessi fra loro, infatti dal momento del raggiungimento del "picco del petrolio", negli Stati Uniti, si iniziarono ad usare gli idrocarburi meno "puliti" (ad esempio olio combustibile e sabbie bituminose) che hanno determinato, insieme al petrolio importato e agli altri combustibili fossili, un aumento della temperatura terrestre, causando danni alla biosfera sempre più preoccupanti. "Green Energy" è lo slogan promosso dalla nascita del dibattito: il timore che le risorse si esaurissero e che, mantenendo il modello di consumo centralizzato, la terra sarebbe diventata invivibile, ha suggerito la necessità di produrre energia dalle risorse rinnovabili.

82 Per quanto riguarda l'esaurimento delle fonti fossili, è opportuno menzionare che nel 1970 negli Stati Uniti venne raggiunto il picco dell'estrazione del petrolio; solo nel 1973 però il problema venne percepito dalla popolazione come tale, ovvero quando la fila di automobili alle stazioni di rifornimento iniziò ad assumere dimensioni consistenti. Anche l'esplorazione delle implicazioni energetiche nell'uso del territorio è iniziata realmente a partire dagli anni '70, nel clima di generale attenzione al problema energetico suscitato dalle crisi di approvvigionamento petrolifero, appunto, finalizzandosi negli anni successivi sui temi della pianificazione territoriale. Tale pianificazione soffre ancora oggi, però, di una storica divaricazione interna fra intenso sviluppo e trattazione degli aspetti teorici ed elaborazione applicativa di processi e strumenti di intervento<sup>2</sup>.

Per quanto concerne, invece, la problematica del clima, nel 1992 a Rio de Janeiro si svolse la Prima Conferenza Mondiale sull'Ambiente, nella quale si parlò della sostituzione dei combustibili fossili con le fonti di energia alternativa, in quanto i primi vennero ritenuti responsabili del cambiamento climatico globale. Il cambiamento del clima e le sue conseguenze per la vita futura hanno costituito e costituiscono, infatti, una sfida molto significativa per la società. Tutte le attività collegate con gli insediamenti urbani sono causa del cambiamento del clima, in quanto gran parte degli ecosistemi mondiali sono gravemente danneggiati a

<sup>2</sup> Ampia trattazione di questi argomenti citati sul tema della pianificazione energetica in campo europeo si trova in De Pascali P. (2008), *Città ed Energia. La valenza energetica dell'organizzazione insediativa*, FrancoAngeli, Milano

<sup>3</sup> La definizione di sostenibilità è data da Gary Lawrence nell'articolo "*Le città vincenti: locale e globale nella gestione delle città*", in Matteoli L.; Pagani R. (a cura di), (2010), *CityFutures. Architettura Design Tecnologia per il futuro delle città*, Atti della Conferenza Internazionale CityFutures, organizzata dalla società italiana di tecnologia dell'architettura (SITdA) e da MADE Expo a Milano il 4-5 febbraio 2009, Hoepli, Milano

<sup>4</sup> Armaroli N.; Balzani V., (2008), *Energia per l'Astronave Terra, quanta ne usiamo, come la produciamo, che cosa ci riserva il futuro*, Zanichelli, Bologna, pp. 59-60

causa dei consumi globali e del metabolismo dei rifiuti prodotti. Il cambiamento del clima mette a rischio i soggetti più fragili, perché gli effetti di questo fenomeno sono legati alla qualità e alla fornitura d'acqua ad esempio, o all'accessibilità alle reti di energia. Il surriscaldamento della terra è stato stimato addirittura superiore alla già preoccupante stima di un valore oscillante fra 1,5 e 5,8 °C, da ora alla fine del ventiduesimo secolo, con ricadute sulla biosfera ancora più devastanti di quelle già previste. Dalla presa di coscienza di questi dati, si è compreso che la decarbonizzazione può costituire la soluzione, in quanto è definita come il processo per dissociare la fornitura di energia e la crescita economica dalle emissioni di gas serra; ecco perché si è sviluppato l'interesse verso le FER e verso il generico tema della sostenibilità. La sostenibilità è una realtà sia fisica che politica, in quanto la fisicità dipende dal fatto che esistono limiti precisi al territorio disponibile, all'acqua e alle risorse naturali, e l'aspetto politico costituisce la modalità di trattazione di questi limiti<sup>3</sup>.

Si è attivato, quindi, un cambiamento profondo nelle modalità di utilizzo dell'energia. Mentre l'era moderna è stata resa possibile dallo sfruttamento dell'energia ricavata dalle fonti fossili, e tutti i progressi politici, economici e sociali, degli ultimi due secoli sono legati allo straordinario aumento della disponibilità dell'energia, determinato dallo sfruttamento dei combustibili fossili, ad oggi, visto il problema che le risorse fossili sono in esaurimento, l'attenzione si concentra verso le fonti rinnovabili. Gli esperti non concordano sul momento in cui la produzione mondiale di petrolio raggiungerà il picco, sono tuttavia unanimi nel ritenere che, quando ciò accadrà, la quasi totalità delle riserve petrolifere mondiali sarà nelle mani di alcuni paesi musulmani, con un conseguente potenziale pericolo per l'attuale equilibrio di potere nel mondo.

Infatti, la detenzione del petrolio non solo causa seri danni alla salute dell'uomo e all'ambiente, ma la sua irregolare localizzazione nelle varie zone del pianeta crea disuguaglianze economiche, tensioni politiche e addirittura guerre. In realtà tutti gli aspetti materiali della nostra vita dipendono dall'energia. "Si è creata una spirale disponibilità di energia-sviluppo tecnologico- ricchezza- consumo di energia che ha determinato grandi disuguaglianze difficilmente colmabili"<sup>4</sup>. Negli ultimi decenni, per questo, si è fatta strada l'idea che è necessario prendere coscienza dei limiti fisici dello sviluppo, e di perseguire uno sviluppo sostenibile.



Per quantificare e discutere i problemi della sostenibilità si usano vari tipi di parametri, fra cui il più noto è l'*impronta ecologica*, definita come l'area di superficie terrestre capace di fornire le risorse necessarie al consumo quotidiano di una persona e di smaltirne i rifiuti. Ormai si può constatare che la crescita economica e il benessere si vanno divaricando. Quindi per misurare il benessere si incominciano ad utilizzare indici che, accanto alla produzione economica, tengono conto anche della sostenibilità sociale e di quella ambientale.

La storia della civiltà umana può essere vista come il progressivo sviluppo di nuove risorse energetiche e di tecnologie volte al loro utilizzo. Oggi le FER potrebbero determinare, guidare, e limitare le capacità di lavoro in tutti i processi della società, spostando l'attenzione dagli effetti della globalizzazione alla necessità di effettuare azioni locali.

### **3.2 Il presente della tecnologia bioclimatica: emissioni zero?**

Attualmente, la ricerca dell'architettura e dell'architettura del paesaggio affronta i temi energetici secondo diversi profili, dalle esigenze di efficienza energetica, legate anche alle direttive a livello europeo e a livello nazionale per il raggiungimento degli obiettivi ambientali, dettati dal Protocollo di Kyoto<sup>5</sup>, prima, e dagli obiettivi della Direttiva 20/20/20<sup>6</sup> (di cui si parlerà nella sessione dedicata alla normativa), poi, alle esigenze formali di adattamento alle culture ed alle identità esistenti.

Ci si pone, quindi, una prima domanda: cosa vuol dire effettivamente parlare di edifici sostenibili in questi termini?

Nelle linee della progettazione, significa analizzare i parametri di illuminazione, climatizzazione, accessibilità e fruibilità degli ambienti, e rumore "*indoor e outdoor*", che devono garantire un bilanciamento tra le esigenze dell'ambiente, la sostenibilità economica e la qualità della vita dell'utenza.

In altre parole, si seguono gli obiettivi di riduzione dell'uso del suolo, di riduzione del consumo di energia, e di riduzione del consumo di materiali. La risoluzione degli obiettivi avviene secondo alcuni interessi rivolti da una parte al controllo degli effetti dell'energia solare, ovvero il controllo degli apporti solari e il controllo dell'isolamento termico; dall'altra parte al controllo del vento, inteso come utilizzo di impianti ad "*alta efficienza*" e sfruttamento della ventilazione naturale.

<sup>5</sup> Adottato il 10 dicembre 1997 a Kyoto nella Terza Conferenza delle Parti alla Convenzione sui Cambiamenti Climatici

<sup>6</sup> Si parla della Direttiva CE 2009/28/CE, attraverso i Piani di Azione Nazionale

<sup>7</sup> Il termine *zero* è riferito alla riduzione fino al totale annullamento delle emissioni di gas serra nell'atmosfera sia nei processi di produzione dell'energia, sia nella trasformazione di energia da una forma ad un'altra

Si parla spesso di equilibrio tra le varie componenti bioclimatiche, e soprattutto di incentivi statali per la riqualificazione dell'esistente, per la coibentazione degli involucri, per l'introduzione di nuovi infissi ad "*alta efficienza*" energetica e per la sostituzione degli impianti esistenti, con impianti che utilizzino le fonti di energia rinnovabile, come ad esempio i pannelli fotovoltaici e solari o gli impianti geotermici a bassa entalpia. Cosa significa *alta efficienza* energetica? Significa riuscire a poter avere la stessa abitabilità con l'utilizzo di meno energia, tramite un minor impatto sull'ambiente e minori costi di manutenzione e costruzione. Gli edifici, o anche i sistemi in generale, che rispondono a questi requisiti vengono definiti ad "*emissione zero*"<sup>7</sup>. Anche il campo delle emissioni zero basa le sue valutazioni e le sue proposte in termini di efficienza energetica, attraverso l'utilizzo razionale dell'energia nei consumi quotidiani, e attraverso l'utilizzo delle fonti energetiche che non emettono CO<sub>2</sub> nell'atmosfera, accanto alla riduzione dell'utilizzo dei combustibili fossili. Si parla, quindi, di edifici a zero emissione, quando si persegue l'obiettivo di avere un consumo totale annuo di energia primaria, uguale o inferiore alla produzione energetica ottenuta in loco con le energie rinnovabili.

E' necessario specificare che il termine *zero* non fa riferimento ad un edificio che non consuma energia, ma ad un edificio nel quale l'energia utilizzata è diversa, ovvero quella rinnovabile. Esistono, però, alcune variabili che in qualche modo rallentano questo percorso: la variabile finanziaria, che costituisce un elemento di criticità, in quanto identificativa dei meccanismi idonei ad accelerare la diffusione di tecnologie a basse emissioni; e la variabile informativa, in quanto è presente un grave vuoto di competenze che potrebbe diventare una barriera alla diffusione delle tecnologie. Inoltre, aleggiavano alcuni interrogativi relativi all'effettiva realtà dell'emissione zero, in quanto è noto che l'obiettivo principale è la riduzione delle emissioni dei gas serra, ma se con il termine emissioni zero si intende in senso più ampio l'intera gamma di consumi che anche le nuove tecnologie portano, iniziano ad emergere i dubbi. Il primo dubbio è legato all'aspetto economico, ovvero alla convenienza effettiva nell'utilizzo di tecnologie che comportano costi di investimento iniziali molto elevati. Inoltre, ci si chiede se effettivamente le tecnologie siano ecologiche, nel senso che rispettano l'ambiente, che si integrano non solo in termini estetici, ma anche in termini di

materiali utilizzati, e che l'utilizzo di questi materiali possa scatenare altri problemi legati all'ambiente. Ad esempio il silicio cristallino utilizzato nei pannelli fotovoltaici, non crea effetti disastrosi sull'ambiente al momento dell'utilizzo, ma può creare effetti indesiderati sull'uomo, perché al contatto provoca infiammazioni sia agli organi interni che esterni. Oltre al silicio nei pannelli fotovoltaici sono presenti metalli, come il piombo o il cadmio che tendono in generale a "bioaccumularsi" negli organismi viventi, pertanto, una volta introdotti nell'ambiente, nell'aria, nell'acqua o nel suolo, possono entrare nelle catene alimentari e alla fine venire assorbite dall'organismo umano, dando luogo a gravi danni per la salute, in relazione alla qualità e alla quantità del metallo ingerito. Il piombo, ad esempio, è molto pericoloso per le donne incinte, e il cadmio è un metallo cancerogeno. Pertanto, sebbene, non ci siano problemi legati all'effettivo utilizzo di queste tecnologie, i problemi si mostrano al momento dello smaltimento di queste tecnologie, per non rischiare di cadere in una nuova era dell'amianto.

<sup>8</sup> "From cradle to grave", in McDonough W.; Braungart M., (2002), *Cradle to Cradle. Remaking the Way We Make Things*, North Point Press, New York

86

Altri dubbi sono relativi alla ricarica di energia per quelle tecnologie bioclimatiche che funzionano ad energia ricaricabile, ad esempio le cosiddette auto elettriche. La spiegazione a questi dubbi è legata al problema ambientale, ovvero a quanto effettivamente incide la motivazione connessa con le conseguenze del cambiamento climatico sulla terra.

Gli obiettivi della EU, inoltre, basano la propria strategia sul cosiddetto ciclo di vita che considera, secondo un'ottica integrata l'intero ciclo di vita di un prodotto, dall'estrazione delle materie prime, alla produzione, distribuzione, uso, fino alla gestione dei rifiuti, compreso l'eventuale riciclaggio, e mira a ridurre l'impatto ambientale complessivo ("dalla culla alla tomba"<sup>8</sup>). Questo obiettivo ha il fine di evitare che le iniziative incentrate sulle singole fasi del ciclo di vita si limitino semplicemente a trasferire il carico ambientale su altre fasi. Ad esempio, la scelta assunta in fase di progettazione di adoperare componenti non riciclabili, potrebbe aggravare l'impatto ambientale sulla fase di smaltimento.

In conclusione, si può affermare, quindi, che l'emissione zero è un obiettivo da perseguire per la risoluzione delle problematiche energetiche, ma per conseguirlo non basta utilizzare le tecnologie bioclimatiche, ma è necessario conoscerne tutte le componenti del ciclo di vita, affinché possano essere previste le eventuali conseguenze negative. Inoltre, sebbene l'emissione zero sia riferita ad un discorso di efficienza

energetica, pertanto ad un parametro quantitativo, è necessario trasferire il concetto anche sull'aspetto formale e spaziale che le tecnologie portano, legato, ad esempio, al montaggio e allo smaltimento.

### **3.3 Il futuro della tecnologia bioclimatica: paesaggi [in]sostenibili?**

Il problema del futuro delle tecnologie bioclimatiche è legato al fatto che alcuni manufatti energetici sono mantenuti sottoforma di "reliqui storici", suscitando alcune domande sulla irreversibilità dei loro caratteri finali o definitivi, e sul rischio di essere classificati come rifiuti irre recuperabili. In qualche caso la decadenza di questi reliqui è determinata dall'impossibilità di adattamento al funzionamento delle nuove logiche di produzione. Le buone abitudini del rispetto ambientale, delle quali si parla al giorno d'oggi, conducono alla riabilitazione di ciò che c'è, o ad un riutilizzo della costruzione secondo altre logiche. Ma cosa succede ai paesaggi energetici quando diventano obsoleti? Il loro abbandono è inevitabile? Sono rifiuti non riciclabili? Per la maggior parte di essi esiste solo la possibilità che trovino un nuovo riutilizzo o una ricolonizzazione, ma in generale il loro futuro dipende dalla natura ed identità del tipo di "rifiuto"<sup>9</sup>.

87



Fig.3 Immagine della città di Chernobyl, la città fantasma

Queste questioni, al momento, riguardano in primo luogo i manufatti industriali, figli dell'era dei combustibili fossili, che si trovano all'interno delle città, o addirittura in isole disperse e abbandonate negli Oceani (ad esempio Atlantide), e costituiscono le aree dismesse e di margine dei paesaggi contemporanei; ma anche l'era delle FER è caratterizzata da manufatti architettonici o tecnologici, che hanno un loro ciclo di vita: pertanto, chi afferma con assoluta certezza che non accadrà lo stesso che accade per i manufatti industriali, in un prossimo futuro per le tecnologie, figlie delle FER? E quali sono le soluzioni affinché questo non avvenga?

Il settore delle energie rinnovabili, in effetti, mostra molte somiglianze con la emergente industria elettronica degli anni '80, quando gli impianti di produzione teoricamente "puliti" inquinavano le falde acquifere della Silicon Valley, causando malattie e morti alle comunità vicine. Questo è il motivo del parziale fallimento dell'industria "high tech" nel pianificare uno smaltimento dei prodotti, e tale fallimento ha lasciato in eredità un'enorme marea di rifiuti elettronici, causando un disastro ambientale di notevoli proporzioni, specie per i paesi in via di sviluppo, dove i rifiuti elettronici sono spesso trasportati per un riciclaggio più economico, e quindi di basso valore.

Fino a pochi anni fa il problema dello smaltimento delle tecnologie bioclimatiche, era poco trattato, anche a causa della giovane età delle tecnologie e della lunga durata degli apparecchi (ad esempio i moduli fotovoltaici hanno una durata di circa 25-30 anni). Poiché l'obiettivo delle tecnologie bioclimatiche è quello di produrre energia pulita, la società si aspetta che tale contributo per l'ambiente non venga meno alla fine del ciclo di vita della tecnologia, perché sarebbe una contraddizione troppo pesante da digerire.

In effetti le aziende o le industrie coinvolte nel settore delle tecnologie verdi e sostenibili, come il fotovoltaico, devono obbligatoriamente sapersi distinguere da quelle operanti nel campo delle fonti fossili ed inquinanti, maggiormente legate allo sfruttamento ed al consumo del territorio, delle risorse naturali e dei materiali, dato che tale distinzione è proprio la fonte del loro successo. Pertanto se tali industrie vogliono essere realmente sostenibili ed ecologicamente corrette (come in effetti si proclamano), non possono assolutamente permettersi di trascurare i problemi derivanti dalla gestione "*end of life*" dei loro prodotti.

<sup>10</sup> SVTC, "Toward a just and Sustainable Solar Energy Industry", 2009, [http://www.svtc.org/site/PageServer?pagename=svtc\\_publications](http://www.svtc.org/site/PageServer?pagename=svtc_publications)

Inoltre, un eventuale smaltimento delle tecnologie in discarica costituirebbe uno spreco di materiali e di energia, trattandosi di prodotti, che anche a fine vita possono rivelarsi ancora utili.

Ad esempio un tradizionale modulo fotovoltaico in silicio cristallino, è costituito da vetro per circa il 70% del suo peso, utilizzato per le superfici espositive e di protezione; da metalli, come l'alluminio, utilizzato per le cornici; da silicio, il materiale semiconduttore; e da altri metalli, come argento e rame, impiegati in piccole quantità per la realizzazione dei contatti elettrici. Sono tutti metalli preziosi il cui ciclo di vita non coincide con quello dei dispositivi fotovoltaici, nei quali sono incorporati e che pertanto potrebbero essere recuperati in vista di un loro ulteriore utilizzo, nella produzione di nuovi moduli o di altri prodotti, tramite, appunto, il riciclaggio. Infatti, essendo le tecnologie grandi contenitori di energia, anche alla fine della loro vita utile, il riciclaggio rappresenta l'unica soluzione in grado di valorizzare le risorse contenute, a patto, però, che non si limiti all'impiego di tecnologie di riciclaggio a basso valore. Le celle fotovoltaiche in particolare sono molto interessanti ai fini del riciclaggio, poiché rappresentano dei componenti ad elevato contenuto energetico (a causa della necessaria purificazione del silicio): un eventuale loro smaltimento in discarica costituirebbe, quindi, un notevole spreco di energia. Questo fa comprendere come sia necessario far divenire le tecnologie "Double Green", cioè doppiamente verdi, come recita il sistema di riciclaggio che si sta cercando di avviare in Germania, con il PV Cycle, quindi a partire dalla tecnologia fotovoltaica, per evitare anche l'introduzione di misure legislative da parte dell'EU, e per scongiurare il pericolo che, sebbene l'impianto teoricamente possa funzionare per molto più tempo, si verifichi la formazione del cosiddetto "rifiuto elettronico"<sup>10</sup>.

Un progetto di riciclaggio dei prodotti solari e fotovoltaici è quello avviato dalla Deutsche Solar in Germania, che prevede per i moduli solari un processo composto da due fasi: un trattamento termico ed un trattamento chimico.

Nella prima fase, molto delicata, si ottiene come risultato il disassemblaggio degli strati del pannello (fase molto problematica per via della progettazione molto attenta alle infiltrazioni dei pannelli), e una purificazione dei gas emessi per lo svolgimento di questa operazione. Dopodiché i metalli e il vetro vengono inviati ai rispettivi cicli di riciclaggio, se

necessario, invece le celle vengono sottoposte al secondo trattamento, quello chimico. Questo processo serve a recuperare il silicio che potrà essere impiegato in nuove celle, senza dover ricorrere nuovamente alla materia prima, o rischiare che si disperda nell'ambiente. E' chiaro che questo processo non può valere per tutti i tipi di moduli, perché a seconda dei materiali di rivestimento utilizzati si dovrà ricorrere a trattamenti chimici differenti. Per quanto concerne gli aspetti ecologici del riciclaggio, ovviamente al processo termico sono associati gli impatti ambientali, dovuti principalmente alle emissioni in aria di inquinanti e al consumo di energia nel forno di incenerimento, nel post-combustore e nel depuratore. Per di più il sistema di depurazione consuma acqua e composti chimici, generando come output acque reflue, che dovranno essere adeguatamente trattate. A questi impatti si aggiungono anche quelli che il trattamento chimico produce in seguito all'uso dei vari composti chimici, nonché all'utilizzo di acqua ed elettricità. Tramite indagini accurate è stato però verificato che il consumo rispetto al guadagno è minore, pertanto effettivamente il sistema adoperato è un riciclaggio ecologico e realmente sostenibile<sup>11</sup>.

<sup>11</sup> Gabrielli F., (2010), *La sfida del riciclaggio nel settore fotovoltaico*, Nextville Energie Rinnovabili ed Efficienza Energetica, [www.nextville.it/scenari/14](http://www.nextville.it/scenari/14)

### 3.4 Il quadro normativo

Per comprendere quantitativamente il complesso argomento delle fonti di energia rinnovabile è necessario capire dal punto di vista della normativa, come l'interesse per le fonti si sia approfondito e siano state date alcune linee guida o alcuni vincoli per il loro utilizzo. Pertanto, si è scelto di studiare gli obiettivi a partire dal Protocollo di Kyoto e dalla EU, relativi ai consumi energetici, sia al livello nazionale, sia al livello regionale. La prima conferenza mondiale dei capi di stato sulle tematiche ambientali si è tenuta a Rio de Janeiro nel 1992. Gli argomenti trattati riguardarono: lo scrutinio sistematico dei modelli di produzione; il quadro sui sistemi pubblici di trasporto, con l'obiettivo di ridurre le emissioni dei gas serra prodotte dai veicoli e la congestione creatasi nelle grandi città; la necessità di utilizzare le FER, per rimpiazzare l'utilizzo dei combustibili fossili, responsabili del cambiamento climatico sul globo; e la crescente scarsità di risorse idriche.

La conferenza produsse anche alcuni documenti importanti, ufficiali:

- La Dichiarazione di Rio (che riassume i punti cardine della Conferenza);



- L'Agenda 21 (che consiste in un ampio e dettagliato programma di azione, costituendo quasi un manuale per lo sviluppo sostenibile, da realizzare su scala globale, nazionale e locale);
- La Convenzione sul Cambiamento Climatico (che costituisce un trattato ambientale internazionale, per la riduzione delle emissioni dei gas serra e la risoluzione del problema del riscaldamento globale).

Il Protocollo di Kyoto, adottato il 10 dicembre 1997 a Kyoto alla Terza Conferenza delle Parti alla Convenzione sui Cambiamenti Climatici, è stato il primo vero prodotto tangibile della Conferenza di Rio; esso prevede la riduzione delle emissioni dei gas serra nel periodo 2008-2012 di almeno il 5% rispetto al 1990; inoltre, prevede anche il rafforzamento delle politiche nazionali di riduzione delle emissioni di idrocarburi, volte al miglioramento sia dell'efficienza energetica, sia alla promozione di forme di agricoltura sostenibile, e alla cooperazione fra le parti, tramite scambi di esperienze e di informazioni, tramite azioni di coordinamento delle politiche nazionali per migliorare l'efficacia attraverso meccanismi come i diritti di emissione, e tramite l'attuazione congiunta e il meccanismo di sviluppo pulito. Gli obiettivi del Protocollo di Kyoto si sarebbero dovuti raggiungere entro il termine del 2012, ma in realtà l'Italia è in forte ritardo, salvo sporadici episodi sparsi nel territorio.

A tale Protocollo è poi seguita la Comunicazione della Commissione Europea 353, nel 1998, chiamata "*Climate Change – Towards an EU post Kyoto Strategy*", che si è concentrata specificamente sulle tematiche relative all'energia, e sulla ricerca per lo sviluppo di nuove tecnologie bioclimatiche per gli edifici. Nel 2000 venne redatto il Programma Europeo sul Cambiamento del Clima, che ha previsto l'istituzione di un sistema di scambio dei diritti di emissione all'interno dell'Unione Europea per il settore dell'energia e dei grandi impianti industriali; l'adozione di misure finalizzate all'abbattimento delle emissioni provenienti da fonti specifiche; e, l'individuazione di settori strategici per la riduzione, appunto, delle emissioni.

Le norme nazionali, già da tempo, avevano dedicato la loro attenzione a tali temi; infatti, la Legge Nazionale n. 9 del 1991 "Norme per l'Attuazione del Nuovo Piano Energetico Nazionale", consentiva la realizzazione di impianti di produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili da parte di privati, ed indicava la possibilità di utilizzo dell'energia

prodotta, per soddisfare bisogni non solo propri, ma anche di soggetti membri di consorzi o società consortili, aventi come partecipante lo stesso produttore<sup>12</sup>.

La legislazione in materia di sviluppo e di utilizzo delle FER prosegue nel 1998, dove, attraverso la Delibera del CIPE<sup>13</sup>, vengono approvate le linee guida per le politiche e le misure nazionali per la riduzione delle emissioni dei gas serra, per valori equivalenti al 6,5% di CO2 prodotta nel 1990, nel quadriennio 2008-2012. A questa è seguito, nel 1999, il Decreto Bersani, che ha avviato il mercato libero dell'energia elettrica, ponendo l'attenzione sullo sviluppo delle FER e sulla riduzione delle emissioni. Il Decreto nello specifico prevedeva che venisse assicurata la precedenza nel dispacciamento all'elettricità prodotta dagli impianti alimentati da fonti di energia rinnovabili e venisse agevolato l'utilizzo delle FER nelle piccole reti isolate. Il "Libro Bianco per la valorizzazione energetica delle fonti rinnovabili (aprile 1999)" individuava per ciascuna fonte rinnovabile, gli obiettivi da conseguire per ottenere le riduzioni di emissioni previste dalla Delibera CIPE. Tale documento, infatti, quantificava la riduzione di emissioni inquinanti conseguibili attraverso l'estensione delle fonti rinnovabili, indicando altresì le strategie e gli strumenti necessari allo scopo.

Il Parlamento Italiano ha approvato l'adesione al Protocollo di Kyoto con la Legge n. 120 del 2002, attraverso il Piano di Azione Nazionale, che di fatto ha configurato il quadro entro cui si muove la pianificazione energetica e lo sviluppo dei diversi settori per ciò che ha un riflesso sull'uso dell'energia. Nel 2003, poi, il Decreto n. 387<sup>14</sup> ha incentivato la produzione di energia elettrica dalle FER e previsto le prime agevolazioni per gli impianti di piccola taglia, stabilendo che tali impianti debbano essere soggetti ad un'autorizzazione unica, rilasciata dalla regione o da un delegato della regione stessa.

Oggi l'obiettivo comunitario del 20/20/20, attraverso il nuovo Piano di Azione Nazionale, di cui alla Direttiva CE 2009/28/CE, prevede che le fonti rinnovabili raggiungano la quota del 17% del consumo finale lordo di energia entro il 2020; in particolare il 26,39% dell'energia elettrica consumata dovrebbe provenire da fonti rinnovabili, gli altri settori di azione dovrebbero invece diventare il riscaldamento degli edifici, il raffrescamento degli edifici, ed il trasporto, in modo da arrivare nel 2020 a 9650 GWh prodotti con il solare fotovoltaico e 1700 GWh prodotti con

<sup>12</sup> Art. 22 "Regime Giuridico degli impianti di produzione di energia elettrica a mezzo di fonti rinnovabili ed assimilate", della Legge Nazionale n. 9 del 1991 "Norme per l'Attuazione del Nuovo Piano Energetico Nazionale. Aspetti istituzionali, centrali idroelettriche ed elettrodotti, idrocarburi e geotermia, autoproduzione e disposizioni fiscali"

<sup>13</sup> "Linee Guida per le politiche e misure nazionali di riduzione delle emissioni di gas serra"

<sup>14</sup> Attuazione della Direttiva 2001/77/CE, relativa alla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità

<sup>15</sup> "Linee guida per l'autorizzazione degli impianti alimentati da fonti rinnovabili", che costituisce il Decreto attuativo del D.L. n. 387 del 2003

il solare a concentrazione. Il Governo, però, ancora non ha provveduto ad indicare le quote minime di partecipazione delle singole regioni, per il raggiungimento di questi target.

L'installazione degli impianti per la produzione di energia rinnovabile in Italia è legata al Decreto 10/09/2010<sup>15</sup>, grazie al quale le regioni avrebbero dovuto presentare le proprie linee guida. La Sardegna ne è al momento sprovvista, in quanto il provvedimento relativo è stato respinto dal TAR, poiché risultava illegittima una norma in esso contenuta, che prevedeva il totale controllo da parte della Regione dell'installazione dei grandi impianti eolici. Pertanto di fatto le norme che l'isola deve seguire sono le Linee Guida Nazionali.

Tali linee guida prevedono che gli impianti domestici, integrati agli edifici o parzialmente integrati ad essi (con riferimento esplicito al solare e al fotovoltaico), se posti sul tetto, con una dimensione non superiore a quella del tetto stesso, e se non influenti nella modifica della sagoma dell'edificio in questione, siano soggetti alla Comunicazione dell'Attività al Comune di appartenenza, in quanto l'installazione equivale ad una manutenzione, fatta eccezione per i casi in cui nell'area ricadano le norme relative alla tutela dei beni culturali e del paesaggio.

La Regione Sardegna, nel Programma Regionale di Sviluppo 2010-2014, ha, però, provveduto autonomamente ad indicare come obiettivo quello di ottenere il 25% di energia ottenuta dalle fonti rinnovabili, incrementando la quota di energia prodotta dall'energia solare ed eolica, dai rifiuti, dalle biomasse, dall'acqua, dal solare a concentrazione, dal solare termico e dall'idrogeno. Per il raggiungimento di questi obiettivi la Sardegna ha previsto la realizzazione di impianti fotovoltaici da parte di enti pubblici e l'incentivazione da parte delle imprese all'utilizzo di collettori solari termici e di impianti fotovoltaici, anche in relazione all'incremento e allo sviluppo della bioedilizia e della bioarchitettura. Un documento molto significativo alla scala regionale è il Piano Energetico Regionale che mira al raggiungimento di una minore dipendenza dalle fonti di energia esterne e ad una progressiva marginalizzazione delle fonti fossili. Inoltre, è prevista la creazione di un polo ambientale avanzato di sperimentazione e ricerca, e di produzione di energia dalle FER, con l'obiettivo di monitorare le misure intraprese dalla Regione in materia di risparmio energetico e di riduzione dell'inquinamento acustico e luminoso (di cui ancora però non si hanno notizie).

L'Unione Europea aveva anche previsto l'istituzione delle Agenzie per l'Energia Regionali, anche se attualmente non è stato ancora riconosciuto un ruolo istituzionale a tali agenzie, e l'ambito di competenze, non essendo definito, è variabile. In Sardegna ne sono state già attivate due, una nella provincia di Oristano e una nella provincia di Sassari, che avranno un ruolo determinante per il supporto delle iniziative comunitarie. A tal proposito la Sardegna nel 2011 ha firmato la convenzione di adesione al *Patto delle Isole*, iniziativa attraverso la quale l'EU mira a far intraprendere alle isole, azioni finalizzate alla riduzione delle emissioni di CO2 di oltre il 20% entro il 2020. La prima azione che l'isola dovrà effettuare è quella di coinvolgere i Comuni alla stipula del *Patto dei Sindaci*, finalizzato alla riduzione del "carbon footprint" entro il 2020. Per le sue caratteristiche, e, in quanto costituisce l'unico movimento di questo genere a mobilitare gli attori locali, è considerato dalle istituzioni europee come un modello di *governance multilivello*. Chi compila questo Patto è obbligato a produrre un *Inventario di Base* per le emissioni e a presentare un *Piano di Azione per le Energie Sostenibili*, in cui sono presenti le azioni che si intendono intraprendere in questa direzione. Oltre al risparmio energetico la firma del Patto consente anche la creazione di posti di lavoro non subordinati alla delocalizzazione, una maggiore indipendenza energetica e un accrescimento della competitività economica. La firma per la redazione di questi documenti si è già avuta da più di 3000 città sparse nel mondo, di diverse dimensioni e caratteristiche, proprio per questo si è scelto di sviluppare un approfondimento sui contenuti di alcuni *Piani di Azione* al fine di comprendere in maniera approfondita gli aspetti della normativa che avranno un peso nella parte meta-progettuale della ricerca.

Un altro punto fondamentale nella normativa regionale è l'approvazione da parte della Regione<sup>16</sup> del Disegno di Legge, concernente la redazione del *PEARS* (Piano Energetico Ambientale Regionale): al fine di tutelare il paesaggio, la Regione richiama le precedenti normative in materia di potenza massima installabile.

Per quanto concerne, invece, le politiche vigenti in Europa per l'incentivazione dell'impiego di tecnologie per la produzione di energia da fonti rinnovabili, esiste il cosiddetto *feed-in-tariff*, che prevede sia la garanzia di ritiro di quanto prodotto con le energie rinnovabili, sia la possibilità di stipula di contratti a lungo termine per l'energia prodotta,

sia i prezzi di acquisto basati sui costi di produzione delle energie rinnovabili. In presenza di questo sistema l'energia rinnovabile prodotta sia dai privati che dalle aziende, ottiene un premio pagato per ogni kW prodotto.

In Italia il Primo *Conto Energia* è stato emanato nel 2005, e ha previsto il pagamento di un incentivo sull'energia prodotta da fotovoltaico, e l'accesso alle "Tariffe Onnicomprensive", oppure ai "Certificati Verdi" per quanto riguarda le altre fonti rinnovabili. Il Terzo recente *Conto Energia* ha visto confermata l'impostazione generale dei precedenti ma ha introdotto alcune novità: la distinzione fra impianti integrati e parzialmente integrati, e il concetto di innovazione degli impianti. Nel 2011 è stato emanato il Decreto relativo al Quarto *Conto Energia*, che prevede una riduzione degli incentivi applicabili progressiva fino al 2016, anno in cui dovrebbe cessare il sistema di incentivo, secondo una logica semestrale. Inoltre, è stato introdotto un meccanismo di tutela dei meccanismi acquisiti, pertanto, se eventuali ritardi da parte del gestore di rete impedissero all'utente di usufruire di un incentivo più elevato, l'utente avrebbe diritto ad un risarcimento. Insieme agli incentivi per gli impianti che sostituiscono i tetti in amianto, si aggiunge un incentivo pari al 10% per gli impianti che hanno un costo di investimento, ad esclusione di quelli relativi al lavoro, che sia minimo per il 60% riconducibile ad una produzione realizzata all'interno dell'Unione Europea. Infine, è stato introdotto un premio per chi associa gli impianti a misure di efficienza energetica, per gli impianti posti in aree compromesse dal punto di vista ambientale, e nei comuni con una popolazione inferiore ai 5000 abitanti. L'energia consumata, secondo queste novità, può essere venduta sul mercato elettrico ad un grossista, ritirata dal GSE<sup>17</sup>, che permette di accumulare energia, in modo che essa venga utilizzata laddove non si è prodotta a sufficienza; oppure si può operare il cosiddetto "scambio sul posto", che prevede la compensazione tra il valore associabile all'energia elettrica, prodotta e immessa in rete e il valore associabile all'energia elettrica prelevata e consumata in un periodo differente da quello in cui avviene la produzione.

La Regione Sardegna, poiché la legislazione italiana non permetteva l'accesso al Terzo *Conto Energia* nei casi in cui si fossero ottenuti per lo stesso impianto finanziamenti in conto capitale superiori al 20%, ha indetto tre bandi regionali (uno nel 2007, uno nel 2008, e uno nel 2009)

per privati e per enti e aziende, che sottostavano a questo vincolo, dei quali si è fatta un'elaborazione nelle fasi successive della ricerca.

Esistono, poi, alcune politiche relative all'incentivazione all'utilizzo del fotovoltaico domestico, ovvero quelle che riguardano l'efficienza energetica delle abitazioni. La Legge n. 244 del 24/12/2007<sup>18</sup> ha introdotto l'obbligo di installazione di impianti di produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili sulle nuove costruzioni, ai fini dell'ottenimento del permesso di costruire. L'obiettivo era quello di garantire una produzione energetica da fonti rinnovabili non inferiore ad 1 kW per ogni unità abitativa. L'obbligo, che doveva partire dal 2009, in realtà è stato prorogato fino al 2011. Recentemente, il Decreto Romani del 2011 ha ribadito l'obbligo di integrazione delle fonti rinnovabili negli edifici di nuova costruzione ed introdotto l'obbligo per gli edifici esistenti sottoposti a ristrutturazioni rilevanti. L'articolo espressamente indica che dovranno essere utilizzate le fonti di energia rinnovabile per la copertura dei consumi di calore, di elettricità e per il raffrescamento. In questo caso, gli impianti rinnovabili realizzati ai fini dell'assolvimento degli obblighi accedono agli incentivi statali previsti per la promozione delle fonti rinnovabili, solo per la quota eccedente quella necessaria per il rispetto dei medesimi obblighi.

<sup>18</sup> Disposizioni per la formazione del bilancio annuale e pluriennale dello Stato (legge Finanziaria 2008)

### 3.5 I Piani di Azione per l'Energia Sostenibile

L'approfondimento del Piano di Azione previsto dalla stipula del *Patto dei Sindaci* risulta di fondamentale importanza per conoscere quali sono le azioni che a livello locale le città intraprendono non solo per il raggiungimento degli obiettivi EU, ma anche per un approfondimento critico di quegli aspetti che possono essere utili ai fini del progetto sperimentale che la tesi intende proporre.

Capire cosa prevedono i patti, su quali scale di ragionamento operano e quali trasformazioni auspicano per le città di riferimento, tanto più che le città hanno dimensioni, caratteristiche, potenzialità energetiche differenti, è l'obiettivo di questa fase di lettura. I patti stipulati sono più di 3000, per questa ragione si è scelto in primo luogo di operare una sintesi della situazione europea, italiana e isolana, e in seguito di effettuare una lettura critica di alcuni Piani di città rappresentative per differenti motivi, quali ad esempio la scala di azione e il contesto fisico e climatico di riferimento.

Di seguito si riportano le tabelle relative alla sintesi dello lavoro di ricerca effettuato sull'Europa:

STATO	N. PIANI DI AZIONE	IN CORSO DI VALUTAZIONE	ACCETTATI DALLA COMMISSIONE EUROPEA
Austria	2	2	0
Belgio	6	3	3
Bosnia	7	6	1
Bulgaria	5	5	0
Cipro	5	5	0
Croazia	9	6	3
Danimarca	13	11	2
Estonia	2	2	0
Finlandia	4	3	1
Francia	16	13	3
Georgia	1	0	1
Germania	32	25	7
Gran Bretagna	20	12	8
Grecia	14	13	1
Islanda	1	1	0
Italia	293	245	48
Lettonia	4	2	2
Lituania	4	1	3
Macedonia	1	1	0
Malta	19	17	2
Montenegro	1	1	0
Norvegia	6	6	0
Olanda	11	11	0
Polonia	6	6	0
Portogallo	27	24	3
Romania	10	7	3
Slovacchia	2	0	2
Slovenia	1	1	0
Spagna	573	495	78
Svezia	34	29	5
Svizzera	4	4	0
Ucraina	4	4	0

97

Fig.4 Tabella di sintesi relativa alla situazione europea sulla redazione dei Piani di Azione per le Energie Sostenibili

Fig.5 Tabella di sintesi relativa alla situazione italiana sulla redazione dei Piani di Azione per le Energie Sostenibili

REGIONE	N. PIANI DI AZIONE	IN CORSO DI VALUTAZIONE	ACCETTATI DALLA COMMISSIONE EUROPEA
Abruzzo	21	20	1
Basilicata	1	1	0
Calabria	2	2	0
Campania	3	1	2
Emilia Romagna	19	13	6
Friuli Venezia Giulia	1	0	1
Lazio	7	7	0
Liguria	41	14	27
Lombardia	105	102	3
Marche	0	0	0
Molise	0	0	0
Piemonte	23	18	5
Puglia	34	34	0
San Marino	0	0	0
Sardegna	5	5	0
Sicilia	1	1	0
Toscana	5	3	2
Trentino Alto Adige	1	1	0
Umbria	5	4	1
Valle D'Aosta	0	0	0
Veneto	16	15	1



COMUNE	OBIETTIVO CO2	IN CORSO DI VALUTAZIONE	ACCETTATI DALLA COMMISSIONE EUROPEA
Palau	33%	X	
Telti	22%	X	
La Maddalena	23%	X	
Sant'Antonio di Gallura	22%	X	
Santa Teresa di Gallura	20%	X	

Come si può notare dalle tabelle la maggior parte dei Piani sono ancora in fase di approvazione da parte della Commissione Europea; in Sardegna ancora nessuno è stato approvato, però l'interesse e l'obbligo verso la direzione della produzione di energia dalle fonti rinnovabili è sicuramente di dimensioni significative.

Per quanto concerne i singoli casi dei Piani si è scelto di utilizzare il caso della città di Roma, il caso della città di Torino, per le quali città verranno approfonditi anche altri aspetti legati alle politiche energetiche, e il caso in Sardegna del paese di Palau.

**Roma**<sup>19</sup>. Il Piano per la città di Roma è ancora in fase di valutazione, ma è interessante capire come è strutturato e quali prospettive apre dal punto di vista energetico per la città. La struttura del Piano prevede innanzitutto un'attenzione particolare per il settore edilizio, sia nuovo che esistente per l'aumento dell'efficienza energetica, in quanto rappresenta un comparto particolarmente energivoro; in secondo luogo, prevede l'impostazione di un sistema di mobilità che promuova all'interno dell'area urbana il miglioramento delle condizioni di accessibilità; inoltre, propone un sistema di pianificazione territoriale moderno ed aggiornabile, attraverso la creazione di sinergie (concettuali e temporali) tra piani e programmi; ancora, incentiva la produzione di energia elettrica su base locale; e infine, persegue la sensibilizzazione e la partecipazione da parte della popolazione.

In particolare la metodologia utilizzata si fonda su quattro pilastri:

- l'analisi del contesto e delle dinamiche di trasformazione, che comprendono lo studio dell'ambiente naturale e del clima, lo studio delle dinamiche demografiche e delle progressioni economiche, l'analisi delle infrastrutture ed, in particolare, la caratterizzazione energetica del patrimonio edilizio residenziale e del patrimonio edilizio pubblico;
- la redazione della strategia generale, con la spiegazione dei pilastri della nuova governance del territorio, quali il modello energetico distribuito, il coinvolgimento della popolazione e le misure di monitoraggio

<sup>19</sup> Le notizie relative al Piano di Azione per la città di Roma sono state tratte dal documento Dipartimento Politiche Tutela Ambientale e del Verde- Protezione Civile (2011), *Piano di Azione per l'Energia Sostenibile*, [www.pattodeisin-daci.eu](http://www.pattodeisin-daci.eu)

Fig.6 Tabella di sintesi relativa alla situazione della Sardegna sulla redazione dei Piani di Azione per le Energie Sostenibili

<sup>20</sup> Comune di Torino (2009), *Piano di Azione per le Energie Sostenibili*, TAPE, [www.pattodeisindaci.eu](http://www.pattodeisindaci.eu)

<sup>21</sup> Il Piano Energetico Urbano del 1993 e il Piano Energetico Comunale (PEN-CO) del 1992

sia delle azioni che si intraprenderanno, sia del budget economico a disposizione per l'attuazione delle azioni;

- l'analisi costante delle emissioni di gas serra e dei consumi energetici della città;
- lo sviluppo delle azioni per l'efficienza energetica degli edifici, dei trasporti, nell'utilizzo delle fonti di energia rinnovabile.

Nello specifico sono stati previsti alcuni interventi per il miglioramento dell'efficienza energetica negli edifici esistenti utilizzando il Regolamento Edilizio come strumento urbanistico di riferimento, per l'ottenimento degli obiettivi, con una particolare attenzione al miglioramento dell'isolamento termico dell'involucro edilizio e dei sistemi impiantistici. Il miglioramento dell'efficienza viene perseguito anche con un'attenzione particolare al consumo energetico dello spazio pubblico, in particolare dell'illuminazione, e con la modifica delle strategie di mobilità presenti nella città. Requisito essenziale per la definizione di una metodologia per il calcolo dei consumi energetici comunali e delle conseguenti emissioni di gas serra è la scelta di strategie per utilizzare i dati in fase di monitoraggio della riuscita del Piano, pertanto Roma ha adottato le linee guida proposte dall'EU "*How to develop a sustainable energy action plan (SEAP) - Guidebook*", nelle quali le emissioni totali di CO<sub>2</sub> vengono calcolate sulla base dei fattori di emissione valutati in funzione del contenuto di carbonio di ciascun combustibile. E' proprio in funzione dei dati sulle emissioni e sui consumi che si basano le azioni di miglioramento previste per la città.

99

**Torino**<sup>20</sup>. Nella città di Torino il Piano d'Azione è già stato accettato dalla Commissione Europea, pertanto è già iniziata la fase di attuazione. L'obiettivo del piano è sempre fondato sulla riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub> nell'atmosfera, per le quali si fa riferimento ai dati raccolti nei precedenti Piani Energetici redatti per la città<sup>21</sup>.

Le azioni previste dalla città possono essere riassunte nei due pilastri principali:

- l'analisi dei settori presenti nella città, e nello specifico l'edilizia e il terziario, l'industria, i trasporti pubblici, la produzione locale di energia elettrica, il teleriscaldamento, la pianificazione territoriale, gli acquisti pubblici di energia e il coinvolgimento della popolazione;
- la descrizione dell'azione, tenendo conto dei costi di attuazione, dei

tempi di attuazione, del risparmio energetico e della riduzione delle emissioni di CO2 prevista.

Molto stimolante per la città si rivela la parte di approfondimento sulla pianificazione territoriale, in quanto al Piano Regolatore Generale e al Regolamento Edilizio Comunale, sono stati integrati nuovi documenti specifici per l'aspetto "sostenibile" della città. Ad esempio, il Piano Urbano della Mobilità Sostenibile dà le indicazioni per la riorganizzazione della mobilità urbana in tutte le sue componenti, privilegiando l'importanza del trasporto pubblico e l'incremento dell'efficienza della rete stradale; un'altro esempio è l'Allegato Energetico- Ambientale, che individua i requisiti dei processi e dei prodotti edilizi; infine, il Catasto Energetico del patrimonio edilizio comunale, che prevede una conoscenza diversa del patrimonio edilizio, a partire dalle prestazioni energetiche degli edifici presenti, sul quale possono essere studiate le modifiche bioclimatiche per ciascun edificio.

100

Il caso di Torino è sicuramente più pratico e sintetico rispetto a quello di Roma, e anche in uno stadio più avanzato per via delle politiche energetiche adottate nella città a partire dal 1992. Ciò che il Piano si propone è il raggiungimento di -40% di emissioni di CO2 entro il 2020, grazie all'irreversibilità del processo di trasformazione proposto.

**Palau**<sup>22</sup>. Il caso di Palau, scelto per comprendere l'entità dei processi energetici avviati in Sardegna, luogo della sperimentazione progettuale della ricerca, è in fase di valutazione, ed essendo il paese un centro di dimensioni ridotte, il livello di approfondimento del Piano risulta più semplice rispetto a quello delle grandi città. Gli obiettivi del Piano di Azione sono sempre relativi alla riduzione delle emissioni di CO2 e si esplicano attraverso uno strumento principale: l'Inventario delle emissioni di base, attraverso cui si assumono tutti i dati quantitativi dei consumi. Grazie a questo strumento, le azioni per il miglioramento dell'efficienza energetica sono previste negli edifici pubblici comunali e nell'illuminazione pubblica, compresa la rete semaforica, e l'installazione di tecnologie che sfruttino le fonti di energia rinnovabile per la produzione di energia elettrica, è prevista in terreni di appartenenza comunale.

In aggiunta all'esistente per il paese è prevista la realizzazione di un impianto di teleriscaldamento destinato prevalentemente agli edifici di

<sup>22</sup> La sintesi è stata effettuata a partire dal documento ufficiale Comune di Palau (2011), *Piano di Transizione energetica*, [www.pattodeisindaci.eu](http://www.pattodeisindaci.eu)

nuova costruzione e agli edifici pubblici. Infine, un aspetto importante è legato al miglioramento degli strumenti urbanistici vigenti ed, in particolare al Regolamento Urbanistico ed Edilizio per la definizione delle regole per le modifiche dell'esistente, che in rare occasioni viene citato soprattutto nella dimensione privata e residenziale.

Lo "screening" fatto per i Piani di Azione è significativo per comprendere le modalità di azione sulla città e per integrare gli aspetti prettamente quantitativi con le potenzialità spaziali e simboliche affidate al progetto di architettura e paesaggio.

### **3.6 L'energia e l'economia: aspetti quantitativi**

Il dibattito contemporaneo sulla relazione tra l'energia e l'economia, innanzitutto, si interessa dell'efficienza energetica legata al risparmio energetico, visto il continuo aumentare della richiesta di energia da parte dei consumatori. Il contenimento della domanda di energia è appoggiato da molti tecnici e scienziati, che lo reputano fondamentale per la risoluzione del problema ambientale e della sicurezza energetica. E' necessario sottolineare che il consumo di energia può diminuire in assenza di un miglioramento di efficienza, anzi anche in presenza di maggiore efficienza è possibile che si abbia un suo aumento. Inoltre, l'efficienza energetica non coincide con l'efficienza economica, in quanto la massimizzazione dell'efficienza in termini economici, di solito definita come massimizzazione dei benefici sociali netti, non implica la massimizzazione dell'efficienza in termini energetici, che è un concetto fisico che comporta un costo economico. Da qui scaturisce uno dei problemi attuali e centrali nel dibattito economico mondiale: le decisioni prese riguardo l'efficienza energetica della tecnologia bioclimatica, sono anche economicamente efficienti? Per rispondere a questo quesito si analizza la situazione attuale dei consumi energetici legati alla tecnologia e alla economia globale.

Il punto di partenza è che il consumo energetico mondiale continua a crescere nonostante tutti i segnali di danni ambientali, nonostante tutti i progressi tecnologici, che consentono minor intensità energetica, e nonostante il declino delle riserve. E insieme ad esso, aumenta anche il prezzo, in quanto oggi l'unico incentivo efficace per migliorare l'efficienza energetica è l'aumento dei prezzi.

I paesi dell'emisfero meridionale hanno a disposizione la maggior parte delle risorse, sia fossili che minerali, solari e biologiche: tuttavia sono intrappolati nell'industria mondiale per via della dipendenza dalle catene di approvvigionamento. Ciò risulta evidente se si analizza la crescita della quota di entrate da esportazioni che le economie dei paesi in via di sviluppo sono costretti a dedicare all'importazione di energia fossile. Le due crisi petrolifere del 1973 e del 1982 non sono l'unica causa di questo incremento di quote, ma le cause principali sono da ricercarsi nella domanda di combustibili per i veicoli e per il traffico aereo, generato dal turismo. Infine, se il costo dell'energia aumenta in modo vertiginoso, i paesi in via di sviluppo non possono mai crescere, ma continuano a dipendere dall'importazione di energia primaria. Le conseguenze, in un sistema economico che richiede quantità sempre maggiori di energia, sono facilmente prevedibili: se non vengono "preparate" in fretta nuove fonti di approvvigionamento, si avrà un continuo aumento dei prezzi, e ci saranno crisi economiche e politiche, nonché la corsa per assicurarsi le poche riserve rimaste.

102

L'infrastruttura energetica del petrolio è di gran lunga la più complessa griglia energetica che sia mai stata creata. E' la natura stessa dell'energia che ne ha determinato la complessità: diffuso in modo non uniforme, difficile da estrarre, costoso da trasportare, complicato da raffinare e utilizzabile in migliaia di modi diversi, il petrolio fin dall'inizio ha richiesto una struttura di comando e di controllo altamente gerarchizzata per il finanziamento dell'esplorazione e della produzione e per il coordinamento del flusso a valle, verso gli utenti finali. L'infrastruttura ultra centralizzata imposta dal petrolio ha inevitabilmente fatto fiorire imprese organizzate su linee analoghe. E' difficile però prevedere quando si avrà il raggiungimento del picco del petrolio. Nonostante ciò, gli esperti sono concordi nel considerare che quando questo accadrà la quasi totalità delle riserve petrolifere mondiali ancora sfruttabili sarà nelle mani di alcuni paesi musulmani, con un conseguente pericolo per l'equilibrio politico mondiale. Per capire come superare la crisi energetica alla quale l'economia mondiale è sottoposta, è necessario analizzare i criteri che stanno alla base della redditività di una fonte di approvvigionamento. Nell'epoca moderna, l'unico criterio per valutare la redditività di una particolare fonte energetica è quasi sempre il suo prezzo di mercato, in quanto si ritiene che rifletta i costi correnti. In realtà prezzi e costi

<sup>23</sup> Armaroli N.; Balzani V., (2008), *op. cit*

<sup>24</sup> Scheer H., (1999), *op.cit*

non sono identici. Ogni qualvolta che si verifica un aumento delle tasse sull'energia, si accende il dibattito energetico, sulla base del fatto che la crescita dei prezzi equivale a costi maggiori, che a loro volta danneggiano la competitività economica internazionale.

L'era dei combustibili fossili è caratterizzata da un modello organizzativo verticistico, reso necessario dalle difficoltà legate alla scoperta e allo sfruttamento delle varie forme di energia. Gli enormi costi associati alla lavorazione del carbone, del petrolio e del gas naturale richiedono ingenti investimenti di capitale e portano alla formazione di colossali imprese energetiche. Centralizzando il potere sulle risorse energetiche, tali società creano le condizioni che premiano le economie di scala e la centralizzazione dell'attività economica in ogni altro settore. Ma, la crisi energetica in cui ci si trova mette in discussione il modello di sviluppo basato sul consumo a tutti i costi, che la grande disponibilità di energia a prezzi irrisori ha creato nei decenni passati e di cui ha goduto soltanto una minoranza della popolazione della terra<sup>23</sup>. Si pensa che i combustibili fossili offrano prezzi più bassi e maggiori potenzialità, mentre alle fonti di energia rinnovabile viene attribuito un vantaggio solamente poiché mettono fine al problema ambientale. In realtà si deve comprendere che risorse di tipo diverso richiedono strutture economiche diverse e determinano tendenze produttive diverse. Per comprendere a fondo il problema delle risorse è necessario analizzare i vari sistemi di approvvigionamento, partendo dalle materie prime per arrivare al consumatore finale. La caratteristica economica fondamentale dei combustibili fossili è che si trovano solamente in alcune aree del mondo, ma sono consumati ovunque. Al contrario le FER sono disponibili, seppur con differenti intensità, in tutto il mondo. Quindi, già a partire da queste considerazioni, si può sostenere che i combustibili fossili e le FER sono risorse antitetiche, non solo per via degli effetti che producono sull'ambiente, ma anche per via delle conseguenze politiche, sociali e culturali radicalmente diverse. La globalizzazione è arrivata quando i paesi industrializzati hanno iniziato a sfruttare le riserve mondiali di combustibili fossili per incrementare il loro rendimento economico, diventandone necessariamente dipendenti. L'industria fossile è quindi altamente centralizzata e composta per la maggior parte da monopoli locali, in quanto "come un ragno, ha tessuto la sua ragnatela su un numero sempre maggiore di settori dell'economia"<sup>24</sup>. Ad esempio, le

raffinerie di petrolio non producono solamente benzina e gasolio, ma anche cherosene per il 9,4%, nafta per gli aerei per l'1,3%, lubrificanti per l'1,2%, asfalto per il 3,2%<sup>25</sup>, quindi costituiscono un nodo centrale dove gli interessi industriali trovano una causa comune.

<sup>25</sup> Bisio A.; Boots S.; Siegel P. (a cura di), (1997), *The Wiley Encyclopedia of Energy and the Environment*, New York Wiley

104

Per contro, la fattibilità dell'utilizzo unicamente delle FER come fonti di approvvigionamento energetico, è solo un problema tecnico-organizzativo, in quanto si necessita di tre soli dati statistici fondamentali: l'attuale domanda energetica complessiva, le capacità e le impronte di ciascuna tecnologia di generazione, e il grado di insolazione, o i venti predominanti o la portata media dei fiumi, o la disponibilità di terre ad uso agricolo. Ma le FER sono considerate antieconomiche soprattutto a causa del costo materiale più elevato che caratterizza la generazione elettrica locale rispetto alle grandi centrali elettriche. Ciò che spinge, però, all'utilizzo delle fonti rinnovabili è anche la catena di approvvigionamento più corta: i combustibili fossili hanno un altissimo costo di estrazione e di trasporto. Inoltre in una centrale elettrica tradizionale il primo passo è quello di convertire le sostanze chimiche in energia termica attraverso un processo di combustione, il secondo passo è la conversione dell'acqua in vapore, il terzo passo è la conversione in energia meccanica quando il vapore aziona le turbine, e infine l'ultimo passo è la conversione dell'energia meccanica in elettrica, nei generatori; al contrario la conversione elettrica da fotovoltaico, ad esempio, comprende un primo passo dove la luce solare incidente viene convertita in corrente diretta e un secondo passo dove si procede con l'inversione per produrre corrente alternata. Il vantaggio economico maggiore, che segna però un'inversione di tendenza sostanziale, è la possibilità di produzione in forma decentralizzata. Di seguito viene riportata la tabella relativa alle fasi di lavorazione delle fonti di energia rinnovabili e non rinnovabili, per comprendere le diver-

FONTE	FASI DI LAVORAZIONE
fotovoltaico	installazione + distribuzione
eolico	fattoria eolica + rete di distribuzione nazionale + distribuzione a basso voltaggio
biomassa	piantagione + raccolta + trasporto + pressione gassificazione conversione in pellet + trasporto + centrale elettrica + rete di distribuzione nazionale + distribuzione
petrolio grezzo	estrazione + trasporto + stoccaggio + trasporto + centrale elettrica + rete di distribuzione nazionale + distribuzione a basso voltaggio
carbone	estrazione + raffinazione + trasporto + centrale elettrica + rete di distribuzione + distribuzione a basso voltaggio
nucleare	estrazione + trasporto + estrazione del minerale + trasporto + arricchimento + trasporto + centrale nucleare + rete di distribuzione nazionale + distribuzione

Fig.7 Tabella relativa alle fasi di conversione dell'e fonti in energia elettrica



se fasi di passaggio prima che l'energia elettrica possa essere distribuita all'utente finale:

Il primo passo, verso questo sistema di produzione, è quello di comprendere a fondo quali sono le richieste di energia e quindi il rapporto con l'utilizzo delle FER.

I dati sulla fornitura e sulla domanda energetica sono rintracciabili in molte statistiche ufficiali, ma il ruolo dell'energia rinnovabile viene in gran parte mistificato, in quanto si fa affidamento sui fornitori di energia convenzionale ma non si tiene conto delle potenzialità delle FER. Inoltre, le statistiche, tenendo conto unicamente degli output di energia e non delle perdite della stessa che si hanno durante il processo di generazione, risultano essere di utilità limitata. Infine, l'inadeguatezza delle statistiche riguarda anche i dati sul consumo elettrico, perché tutto ciò che non passa nella rete di distribuzione non viene preso in considerazione. Gli economisti mettono, però, in evidenza il fatto che se l'energia fossile e nucleare sono misurabili solo con il rapporto costi/benefici, le fonti di energia rinnovabile aprono la strada a nuove opportunità economiche, in quanto l'utente finale è anche operatore economico indipendente in campo energetico, in grado di calcolare i costi, utilizzando i propri investimenti nel modo più flessibile, e di conseguenza più redditizio. I confronti sui costi energetici non sono così sofisticati: si limitano a paragonare il costo di investimento per unità sulla base del costo medio per capacità di chilowattora generati. Nel caso del fotovoltaico e dell'eolico, ad esempio, il confronto sconta il fatto che, a causa della discontinuità del rifornimento di luce solare e di vento, l'impianto non funziona in modo continuativo, pertanto l'output annuale medio effettivo è inferiore a quello di una centrale elettrica convenzionale. Ne consegue che il costo dell'output di queste due fonti è superiore rispetto a quello di una centrale convenzionale.

Anche se non viene mai fatta la considerazione che nemmeno le centrali convenzionali sono sempre in funzione, perché non si conoscono effettivamente i tempi di inattività di una centrale, al contrario si conoscono invece i dati, visibili a tutti, della presenza del sole o del vento. Molto complesse e discusse sono anche le interazioni fra crescita economica ed ambiente: le correnti più pessimistiche vedono nello stesso sistema di funzionamento che fa la crescita economica, le cause del suo collasso, a causa del problema ambientale.

Ma è da riconoscersi che grazie alla crescita economica ed alla tecnologia è stato possibile finanziare nuovi investimenti per il perseguimento di una maggiore efficienza energetica. Secondo l'economista Nicholas Stern<sup>26</sup>, alla base delle scelte di politica economica vi deve essere il riconoscimento che l'emissione dei gas serra rappresenta un fallimento del mercato e richiede misure correttive specifiche. Dal punto di vista esclusivamente economico, il mercato fallisce quando i suoi principali strumenti di coordinamento, i prezzi (ad esempio del petrolio o dell'aluminio, figli dell'energia "sporca"), non corrispondono ai veri costi che la società deve sopportare per produrre o utilizzare i beni in oggetto. Una volta emessi, infatti, i gas serra danneggiano le prospettive delle generazioni future, che ne pagheranno il costo maggiore.

Dal Rapporto Stern emerge proprio la necessità di ripensare il modello di sviluppo tradizionale, dipendente appunto dagli idrocarburi, attraverso la costruzione di nuovi sistemi di produzione e di nuovi comportamenti nel consumo.

106

Se si analizza il complesso rapporto tra i cambiamenti climatici e l'occupazione, si nota che la letteratura contemporanea affronta le relazioni solo con alcuni settori di mercato ma non l'impatto diretto sul mercato del lavoro. Questo perché la valutazione è resa complicata da alcuni problemi metodologici: l'occupazione dipende da molte variabili, per cui è difficile rilevare le modificazioni causate dal cambiamento climatico ed esiste una grande incertezza sulla direzione dello sviluppo dell'economia mondiale e delle attività.

Alcuni studi svolti sull'argomento individuano quei settori dell'economia direttamente connessi con i cambiamenti climatici, come l'agricoltura, la silvicoltura, la pesca, la sanità, le infrastrutture e il turismo, e, con la valutazione di alcune conseguenze che determinano un aumento di forza lavoro in determinate stagioni (basti pensare alla maggiore richiesta di aria condizionata d'estate nelle aree più calde), in alcune latitudini (quelle basse), i cambiamenti saranno maggiormente negativi<sup>27</sup>. Inoltre l'entità dei cambiamenti dipende anche da fattori socio-economici (ad esempio il peso che, alcune attività sensibili, come l'agricoltura, hanno nel sistema economico locale). Il mercato occupazionale è anche legato alle politiche di mitigazione messe in atto; attualmente l'Europa nel "Pacchetto Clima ed Energia", emesso nel 2008 dal Parlamento Europeo, che prevede la riduzione delle emissioni del 20% entro il 2020,

<sup>26</sup> Stern N.; (2007), *The Economics of Climate Change: The Stern Review*, University Press, Cambridge

<sup>27</sup> Confederazione Europea dei Sindacati (CES) e Social Development Agency (SDA), 2009

valuta l'impatto occupazionale nel rapporto tra megawatt installati con le tecnologie bioclimatiche e numero di posti di lavoro creati, anche se gli investimenti tecnologici e i sussidi, che queste tecnologie richiedono, vanno direttamente ad influire sul Pil e sull'occupazione: la fornitura di tecnologie per l'utilizzo delle FER è più costosa della fornitura di quelle tradizionali, e questo determina una minore produzione complessiva e quindi una richiesta minore di forza lavoro. Ciò che viene diffuso e studiato, dalla proposta dell'UNEP del 2008, è l'economia verde come "exit strategy" dalla crisi appena descritta. Innanzitutto l'economia verde è una nuova strategia energetica, da condurre attraverso maggiori investimenti nelle nuove tecnologie energetiche, oltre che nelle infrastrutture, nell'edilizia e nei trasporti. Quello che emerge è una nuova strategia mondiale, il *Global Green New Deal*<sup>28</sup> in cui le risorse naturali sono essenziali per la crescita economica e il benessere sociale, e come, in tal senso debbano essere rivalutate le politiche locali e le relative sinergie.

**City of  
accessibility  
for everyone**

**City with  
public space for  
everyday life**

**City in  
balance with  
nature**

**City with  
integrated  
green areas**

**City of  
bioclimatic  
comfort**

**City of  
minimised  
land  
consumption**

**ECOCITY  
VISION**

**City for  
pedestrians,  
cyclists and  
public transport**

**City of  
reduction, reuse  
and recycling of  
waste**

**City  
contributing to  
closed water  
cycle**

**City of  
balanced  
mixed use**

**City of  
short distances**

**City with  
new balance of  
concentration and  
decentralisation**

**City as  
network of urban  
quarters**

**City as  
powerstation of  
renewable  
energies**

**City of  
health, safety  
and wellbeing**

**City of  
sustainable  
lifestyle**

**City of  
qualified  
density**

**City of  
human scale  
and urbanity**

**City for  
strong local  
economy**

**City  
built and  
managed with  
the inhabitants**

**City of  
concentrating  
development at  
suitable sites**

**City integrated  
into the  
surrounding  
region**

**City of  
minimised  
energy  
consumption**

**City integrated  
in global  
communication  
networks**

**City of  
a cultural  
identity and  
social diversity**

## CAPITOLO 4: RICERCHE E METODI

109

*"Noi andremo a costruire  
la Terza Rivoluzione Industriale  
perché ci sono migliaia di giovani che usano internet,  
producono una propria informazione  
e hanno di fatto il potere Laterale, Orizzontale"*

*J. Rifkin, Il Fatto Quotidiano*

L'obiettivo di questa fase della ricerca è quello di iniziare a rendere il processo di utilizzo dell'energia dalle fonti rinnovabili, non più come un presupposto che necessariamente modifica anche la conformazione spaziale del paesaggio, ma come un materiale da costruzione, struttura del paesaggio stesso dal punto di vista fisico e simbolico. I primi aspetti che si intendono approfondire sono l'ambito sociale e l'ambito organizzativo in senso generale: da una parte lo studio dell'accettabilità delle tecnologie bioclimatiche da parte dell'individuo, e dall'altra la creazione di un sistema decentralizzato a rete per la distribuzione dell'energia nelle città. Grazie allo studio di alcune ricerche approfondite in questi due campi, si dimostrerà che è possibile considerare i parametri sopracitati come struttura dello scheletro dei paesaggi energetici. Infatti, lo scheletro dei nuovi paesaggi richiede una comprensione che parte dalla costruzione di una rete di elementi eterogenei fra loro, che consenta la predisposizione di un metodo, tramite il passaggio attraverso le sperimentazioni e i casi studio che nel territorio internazionale e nazionale, sono diventati esperienza pratica.

110

Un aspetto importante è legato all'affidare un ruolo nuovo ai contesti e alle connessioni degli elementi del paesaggio, che possono essere reinventate o create ex novo. "La città dei percorsi brevi" è la definizione, ma soprattutto il significato, che oggi viene dato ai contesti nei quali è possibile lavorare e vivere nello stesso luogo, nei quali è possibile dare allo spazio pubblico un ruolo attrattivo, e nei quali l'energia è prodotta localmente. Tali criteri sono riconducibili ad un pensiero attento all'ecologia ed al ruolo centrale dell'uomo; esistono poi i caratteri che direttamente coinvolgono i progettisti, quali i rapporti di scala o la scelta dei materiali, che non possono essere scissi da una visione che comprenda il paesaggio secondo un'ottica sistemica.

E' chiaro che, con l'introduzione dell'energia come parametro del progetto, lo spazio avrà geometrie e dinamiche più complesse, perché più complesse sono le relazioni che intercorrono tra le parti. Il progetto avrà quindi una definizione molteplice, corrispondente ad una percezione diffusa dello spazio, per la quale verranno approfonditi i caratteri costitutivi. Solo il progetto obbliga a prendere posizione rispetto ai luoghi, alla loro costruzione e alla elaborazione dell'architettura. E l'energia come elemento dello scheletro del progetto e del paesaggio obbliga a fare alcuni ragionamenti sulla forma, che, non rappresenta più l'unica

Fig.1 Inizio Capitolo 4, immagine di promozione delle Ecocity

<sup>1</sup> Aymonino A.; Mosco V.P., (2006), *Spazi Pubblici Contemporanei. Architettura a Volume Zero*, Skira, Milano

<sup>2</sup> Questa visione dell'individuo della città contemporanea è parte del pensiero di Paolo Desideri in Cao U.; Coccia L., (a cura di), (2003), *Polveri Urbane*, Meltemi, Milano

garanzia per innescare processi di identificazione tra spazio e società civile. Le FER come elementi strutturali del progetto, sono intese come entità che riportano l'attenzione sulla città esistente, e che, attraverso le relazioni con la realtà, innescano processi di valorizzazione.

Ogni elemento strutturale ha un'identità centrale, nel senso che la sua identità e la sua capacità di relazionarsi con il contesto esistente, lo rende centrale. In termini fisici questo è il ruolo delle fonti rinnovabili, ed è il ruolo che il progetto deve dare a tali fonti, e in senso più generale, all'energia.

Il nuovo modo di concepire il progetto nasce proprio dalla commistione degli approcci, indifferentemente rivolti alla risoluzione di problemi o alla comprensione di spazi, ma aventi un comune denominatore, ovvero l'energia pulita, a conferma di una sovrapposizione tra la dimensione globale e quella locale, verso un unico ambito, definito "glocale"<sup>1</sup>. L'unità di misura del progetto è l'individuo, che è il riflesso di una cultura abitativa dove svolge il ruolo di "soggetto metropolitano", con una connotazione fortemente individualista, sufficientemente sensibile, dal punto di vista ecologico per avere necessità di un orto o di un giardino nella propria abitazione, ma non abbastanza sensibile per rinunciare all'automobile privata e all'utilizzo delle fonti fossili per l'approvvigionamento<sup>2</sup>.

L'individuo però può diventare il protagonista, perchè nel sistema economico fondato sulle FER il vero pilastro è rappresentato dal processo di condivisione di un'energia che è presente ovunque: le nuove generazioni, che crescono in un mondo meno gerarchico, la capacità di produrre e condividere la loro energia così come producono e condividono la loro informazione in una rete intelligente e aperta, sembrerà non solo naturale, ma anche un senso comune. Si esce così dalla cosiddetta "geopolitica" per passare ad una politica della biosfera, basata sulla collettiva consapevolezza di responsabilità per la salvaguardia degli ecosistemi terrestri. La dinamicità di questa nuova visione si fonda anche sullo sviluppo di modelli che possano tenere conto delle scoperte tecnologiche avanzate, in modo che le comunità diventino dei veri e propri laboratori nel mondo reale per sperimentare tecnologie e metodologie di una nuova Rivoluzione Industriale, e funzionare come vetrina per il sostegno della transizione. Da questi presupposti nasce lo studio delle ricerche e dei metodi in campo europeo su queste tematiche.



## 4.1 L'energia e la dimensione sociale

L'accettabilità sociale delle fonti di energia rinnovabile è un parametro di definizione della qualità spaziale delle nuove città. Innanzitutto è necessario evidenziare la coscienza e la conoscenza "ecologica" dell'individuo, che è la struttura attraverso la quale ci si appropria delle risorse rinnovabili e degli "oggetti" che si utilizzano nella vita quotidiana; ad esempio, l'informazione circa le automobili ad idrogeno o circa il riciclo dei rifiuti sono aspetti che devono essere assimilati e devono costituire una soluzione.

A questo si aggiunge la conoscenza economica del problema, la cui analisi risulta più complessa, visto il sistema centralizzato da cui dipende l'utilizzo delle fonti di energia rinnovabile, ad esempio il nodo esistente fra i costi di installazione degli impianti e i benefici di utilizzo degli stessi.

112 Perché introdurre la dimensione sociale nel dibattito contemporaneo sull'energia e sulla "città sostenibile"?

La questione della sostenibilità, intesa, nei termini più generali, mette in primo piano la necessità di un coinvolgimento dei cittadini per la costruzione della città di domani. Ma questa mobilitazione sociale degli abitanti nel dibattito pubblico deve essere condotta dando ai cittadini un ruolo ben preciso nei processi decisionali.

Quale sia, poi, questo ruolo è complicato definirlo: si tratta del semplice parere nella realizzazione di un progetto, oppure di un intervento deciso nella realizzazione di un progetto, in termini di co-decisione?

Tutto dipende dalla volontà politica, e dal ruolo che si intende dare ai processi partecipativi, nel senso urbanistico del termine. In Francia<sup>3</sup>, ad esempio, questi processi e dispositivi mirano a coinvolgere sempre da una parte i cittadini con una dotazione culturale maggiore, studenti o economisti, e dall'altra le classi meno abbienti, i giovani e gli stranieri. Questo coinvolgimento allargato, pur essendo complesso da gestire, in realtà permette di trattare nel complesso le questioni di uguaglianza sociale e di giustizia sociale, nei dibattiti pubblici che vengono organizzati, alla presenza di un mediatore, che si occupa dell'equità e del buon funzionamento del dibattito. Fondamentale è anche l'informazione e la formazione che vengono portate all'interno dei dibattiti pubblici, per quanto riguarda gli aspetti tecnici, in modo che tutti i partecipanti

<sup>3</sup> La situazione francese viene descritta in R. Heliot (a cura di), (2010), *Ville Durable et Ecoquartiers*, , Cédis, Montreuil, pp. 56-58

<sup>4</sup> Di questo argomento si è discusso durante il workshop *"The Social Dimension of Adaptation to Climate Change"*, organizzato dall'International Center for Climate Governance (ICCG), dalla fondazione ENI Enrico Mattei, e dal Centro Euro Mediterraneo per i Cambiamenti Climatici (CMCC), svoltosi a Venezia nel febbraio 2010

possano sentirsi in egual misura utili all'interno del dibattito. La diversificazione delle forme di incontro, così come l'adattamento ai supporti tecnici degli esperti, permettono agli abitanti di appropriarsi di un progetto e di dialogare, senza inferiorità, con gli esperti. Non è possibile riconoscere una "buona forma" di progetto di partecipazione, ma a seconda dell'occasione devono essere scelte le modalità di incontro, per esempio gli atelier pubblici, oppure i "giorni dei cittadini", o altri espedienti simili.

Ci si pone, a questo punto, un quesito: come l'individuo entra in gioco nel processo energetico? Nel sistema energetico dei combustibili fossili, l'individuo ha sempre avuto un ruolo passivo sia nella conduzione centralizzata delle attività da parte delle multinazionali dell'energia, sia nel contesto politico-economico fondato sulla logica di funzionamento dall'alto verso il basso, proprio dell'era degli idrocarburi. Nell'utilizzo di fonti rinnovabili, invece, il ruolo dell'individuo potrebbe diventare attivo sia nell'ipotetico coinvolgimento della popolazione locale, nei modelli di tecnologia bioclimatica, ad esempio includendo la partecipazione civica nella proprietà degli impianti, come già avviene in Danimarca; sia nell'ipotetico sistema decentralizzato, intrinsecamente insito nella natura delle FER, dal basso verso l'alto, dove tutti potrebbero produrre l'energia per sé e per la collettività.

Alcuni studi nell'ambito della psicologia ambientale, legata al cambiamento climatico, sostengono che l'adattamento al problema ambientale, secondo alcuni esperti<sup>4</sup>, avverrà principalmente in modo autonomo, con individui e società capaci di utilizzare le nuove tecnologie e di servirsi di nuove pratiche, grazie alla pianificazione dei governi che finanziano e finanzieranno strategie orientate ad una transizione climatica serena. I limiti dell'adattamento si identificano nelle caratteristiche della società e dei singoli individui, dalle preferenze ai valori, che mutano a seconda dell'interpretazione soggettiva assegnata alla vulnerabilità percepita. La vulnerabilità è strettamente correlata con una sempre maggiore urbanizzazione, con la densità della popolazione e con l'elevata difficoltà di governance insite nella società odierna complessa. Il capitale sociale coinvolto nell'adattamento, dovrà quindi sapersi confrontare con tutti quegli aspetti che finora sono stati poco considerati, come le nuove *smart technologies* per la mobilità, e le nuove reti di telecomunicazioni e di energia, che dovranno essere adattate

al patrimonio storico e culturale esistente. Negli ultimi anni le analisi in Italia su questi temi, nel campo della sociologia, in rapporto alle problematiche urbane e ambientali, sono state svolte secondo alcune caratteristiche generali:

<sup>5</sup> Proposta nei termini successivamente descritti, in Schweizer-Ries P.; (2008), "Energy Sustainable Communities: Environmental psychological investigations", in *Energy Policy*, n. 36, pp. 4126-4135

- La persona e l'ambiente sono studiati in una prospettiva integrata;
- L'approccio metodologico è di tipo multidisciplinare;
- La metodologia si articola secondo parametri qualitativi (la percezione visiva dei residenti) e quantitativi (la proposta di questionari standardizzati);
- Gli studi e le ricerche sono orientate alla applicazione pratica.

Gli obiettivi perseguiti da questo tipo di analisi sono rivolti a scoprire le motivazioni di alcune azioni energetiche, a studiare l'accettabilità sociale delle tecnologie bioclimatiche alle diverse scale del progetto e a trovare le nuove possibilità di gestione delle diverse parti che intervengono al processo (i residenti, gli ambientalisti, le aziende e le istituzioni). In ciascuna analisi entrano in gioco alcune importanti variabili psicologiche, come ad esempio l'attaccamento al luogo, il processo di identificazione della persona, le qualità ambientali percepite e la desiderabilità e le aspettative sociali.

In particolare, il problema dell'accettabilità sociale delle tecnologie bioclimatiche è composto da tre parametri fondamentali: la valutazione, che è strettamente connessa al costrutto degli atteggiamenti legati agli aspetti cognitivi, affettivi o comportamentali; la percezione, che include nel processo le strutture interne, e che è strettamente legata alla sfera identitaria e culturale; e la trasformazione dall'utilizzo delle tecnologie tradizionali all'utilizzo delle tecnologie alternative.

La trasformazione<sup>5</sup>, in particolare, verso una comunità energeticamente sostenibile è un processo caratterizzato dal sentimento di preoccupazione ed interesse verso le fonti di energia rinnovabile, dalla partecipazione ai processi decisionali del governo e delle istituzioni, dall'accettazione delle energie rinnovabili e dal razionale uso dell'energia (in questo intervento la tecnologia e l'"addestramento comportamentale"), e dagli incentivi statali monetari o funzionali.

In conclusione si può sostenere che la scala sociale costituisce una parte molto significativa della ricerca, perchè se l'individuo è l'unità di misura del progetto, e se l'accettabilità delle tecnologie bioclimatiche

costituisce un parametro fondamentale nella definizione dei nuovi elementi fisici della qualità spaziale, il progettista non può che considerare questi aspetti come strutturali del ragionamento processuale insito in una trasformazione del paesaggio.

## **4.2 Il consumatore e il cittadino**

Nell'analisi del problema dell'accettabilità sociale delle tecnologie bioclimatiche, la letteratura sull'argomento mette in evidenza che gli atteggiamenti ed i comportamenti non sono necessariamente uniformi; infatti, il primo aspetto importante da considerare è la percezione del processo di trasformazione energetica dello spazio in cui si vive: l'individuo si pone, da una parte come consumatore di energia rinnovabile, per quanto concerne l'uso privato che egli ne fa, e dall'altra parte come cittadino dell'ambiente nel quale vive, per quanto concerne l'uso pubblico delle fonti rinnovabili.

L'individuo come consumatore risente di alcuni aspetti quantitativi, che intervengono sulla persona al momento della presa di decisione dell'installazione di una qualsiasi tecnologia bioclimatica: i notevoli costi di investimento iniziali per l'installazione di una tecnologia per uso privato, incentivati dai contributi statali in facile esaurimento; la reale dipendenza dai finanziamenti statali, per avere la possibilità dell'installazione, e la poca fiducia sull'effettivo controllo statale; la percezione del rischio, sia economico, ma anche fisico, nell'installazione di un impianto; i lunghi tempi di inserimento di un impianto a livello domestico; la disponibilità di assistenza capace ed affidabile per l'installazione e la manutenzione delle tecnologie; e gli eventuali ostacoli burocratici e vincoli normativi.

Inoltre, è influenzato notevolmente dall'informazione circa il livello di maturità della tecnologia e circa il reale funzionamento dell'impianto a livello domestico, ma anche urbano, considerando anche che l'effettiva capacità di districarsi fra le informazioni che sovrintendono le tecnologie, costituisce un limite all'effettiva educazione sul nuovo modo di sfruttare le risorse.

Infine, è fortemente legato ai caratteri culturali ed estetici del luogo nel quale vive, soprattutto per quanto riguarda l'impatto visivo degli impianti sul paesaggio locale e sulla comunità di appartenenza.

Dal dibattito contemporaneo, attraverso i cosiddetti “*focus group*”, tramite i quali la psicologia ambientale si muove per analizzare il problema climatico e ambientale ed indagare sull'accettabilità o meno del cambiamento dettato dalle risorse rinnovabili e dalle tecnologie ad esse connesse, è emerso anche che, sebbene venga riconosciuta la possibilità che il territorio nel quale si vive, possa diventare autosufficiente, perché effettivamente gli investimenti iniziali possono essere ripagati a lungo termine, c'è una generale sfiducia sia sulla progettazione e sull'integrazione degli impianti all'esistente, legata a motivazioni di varia natura (anche già esplicitate), tra cui, ad esempio, il danneggiamento del turismo, sia sul futuro smaltimento degli impianti, anche se viene riconosciuta la assoluta sicurezza ambientale delle FER. Un aspetto riguardante l'acquisto di una tecnologia bioclimatica, sempre emergente dagli studi effettuati su questi argomenti, nel campo della sociologia, è legato anche al concetto di desiderabilità sociale, e al bisogno, più o meno consapevole, di avere e di proiettare un'immagine di sé coerente e socialmente accettabile (questo è un aspetto legato anche a molti altri comportamenti di consumo).

L'individuo come cittadino è coinvolto, anch'egli, in problematiche di carattere quantitativo come l'equità di distribuzione tra i costi e i benefici, sia in termini economici, sia in termini spaziali e simbolici, degli impianti bioclimatici nel suo ambiente. Infatti, il cittadino è, anche, particolarmente sensibile alle problematiche di carattere ambientale, tra le quali l'inquinamento delle acque, l'utilizzo dei pesticidi in agricoltura, e l'eccessivo sfruttamento delle risorse naturali. Per queste problematiche, vengono prospettate (proposte emerse dall'attenta analisi delle opinioni espresse nei dibattiti sull'argomento) alcune soluzioni, quali il limitare lo sfruttamento delle risorse, in seguito ad una riduzione dei consumi, a livello urbano, ma anche extraurbano, e l'educazione sociale agli aspetti sopracitati.



Fig.2 Schema del ruolo dell'individuo nell'accettabilità delle tecnologie bioclimatiche

<sup>6</sup> Citazione di Marc Augé, antropologo di fama mondiale, cultore del "non luogo", Direttore della Ecole des Hautes Etudes en Sciences Sociales (EHESS) a Parigi, edirettore fino al 1970 dell'Ufficio della Ricerca scientifica e tecnica d'oltremare

<sup>7</sup> Zoellner G.; Schweizer- Ries P.; & Wemheuer C., (2008) "Public Acceptance of Renewable Energies: Results from Case Studies in Germany", in *Energy Policy*, n.36, pp. 4136-4141

Ma, in particolare, l'individuo come cittadino, è condizionato da aspetti emotivi connessi all'ambiente locale, legati, in primo luogo, alla trasformazione spaziale dei luoghi in cui vive; in secondo luogo, alle scelte di pianificazione dettate dall'alto, poiché ancora il sistema non si è adeguato alla vera natura decentralizzata dello sfruttamento delle FER; e, infine, all'identità e al valore storico-culturale del luogo in cui la tecnologia viene installata.

#### **4.3 L'accettabilità sociale delle tecnologie bioclimatiche: il Progetto Ecocity**

"L'utopia oggi appare un'eresia perché nel mondo regna un'ideologia del presente e dell'evidenza che sembra rendere obsoleti sia le lezioni del passato sia il desiderio di immaginare l'avvenire"<sup>6</sup>.

Il progetto Ecocity è un progetto di ricerca finanziato dall'Unione Europea per studiare una struttura per lo sviluppo urbano sostenibile, concentrandosi sull'integrazione tra la progettazione urbana e un sistema di trasporti compatibile da un punto di vista sociale ed ambientale. L'approccio multi-disciplinare del progetto, tuttavia, abbraccia anche i settori dei flussi di energia, quelli dell'acqua e quelli dei materiali, nonché tematiche sociali.

Come parte essenziale della sostenibilità sociale, il coinvolgimento della comunità gioca un ruolo importante per la definizione sia degli obiettivi di Ecocity a livello europeo, sia dei processi progettuali dei casi studio locali. Infatti, il progetto presenta sette aree studio localizzate in sei Paesi Europei (Austria, Finlandia, Germania, Ungheria, Italia, Repubblica Slovacca e Spagna).

L'approccio metodologico al progetto si è basato sulla filosofia degli "studi sulla città", che studia le strette relazioni tra il contesto urbano e sociale e quello ambientale, la storia ed il progetto delle strutture dell'uomo, analizzando le matrici che da sempre hanno condizionato le scelte, le localizzazioni ed il disegno morfologico della città. L'iniziativa mira a dimostrare come, in diverse condizioni e in una varietà di situazioni urbane, possano essere raggiunti gli obiettivi di sostenibilità.

I sette casi studio mirano a migliorare sensibilmente i requisiti e le tradizioni locali per il coinvolgimento delle comunità, e a coinvolgere

cittadini ed azionisti nella definizione degli obiettivi progettuali e dei masterplan. Esempi di processi di partecipazione completi e di grande successo sono, i progetti di Tübingen (Germania) e Umbertide (Italia), di cui si è effettuato un approfondimento.

Il progetto Ecocity è stato applicato nel 2006 in Germania<sup>7</sup> per valutare e approfondire l'accettabilità delle energie rinnovabili, e ha costituito lo studio di una scala di misura dell'accettabilità sociale, basata sulla letteratura psicologica.

I presupposti su cui si fonda il progetto si basano sul fatto che l'accettazione delle tecnologie bioclimatiche è influenzata:

- dal cambiamento del paesaggio, e quindi della percezione visiva, olfattiva e sonora;
- dagli aspetti economici, quali gli incentivi statali e il turismo;
- dalla giustizia sociale, che può essere distributiva (ovvero l'equità distributiva nel gruppo sociale) e procedurale (ovvero la trasparenza e la correttezza nei procedimenti amministrativi), e che si può ottenere attraverso la partecipazione ed il coinvolgimento della popolazione alle decisioni;
- dalla tecnologia, in quanto è importante il tipo e la conoscenza, la stima dei rischi per l'ambiente e per la società, e la valutazione della sicurezza e della funzionalità tecnica.

A questi presupposti si aggiungono alcuni criteri che devono essere soddisfatti per la procedura di giustizia: il primo è la *consistency*, ovvero il medesimo trattamento delle persone nelle diverse situazioni; a questo si associa il *bias-suppression*, che è l'assenza di interessi specifici individuali. Per quanto concerne gli aspetti dell'informazione i criteri sono l'*accuracy*, ovvero la piena e corretta informazione della popolazione, e la *correctability*, ovvero la possibilità di retrarre la decisione presa, qualora non vi siano consensi. Per quanto riguarda, infine, l'effettiva riuscita del coinvolgimento la *representativeness* verifica le parti che partecipano al processo di installazione di un impianto, e l'*ethicality* verifica l'aderenza alle principali norme etiche e morali.

In particolare tramite questo processo, sono state valutate, nella città di Tübingen, le motivazioni per le quali vengono acquistati i pannelli fotovoltaici, per i quali, in più è stato creato un ordine di importanza in funzione delle risposte avute dalla popolazione partecipante.



I pannelli vengono acquistati per contribuire ad un miglior ambiente naturale, per la convenienza dell'offerta intrinseca del pannello (l'investimento iniziale, anche aiutato dagli incentivi statali, viene ripagato e consente un guadagno successivo in breve tempo), per l'incremento di valore dell'abitazione, per l'indipendenza dalla rete elettrica tradizionale (il sistema decentralizzato aiuta a sentirsi protagonisti di un processo fino ad ora non accessibile), per il valore decorativo per la casa, per emulazione dei vicini di casa, e per il supporto tecnico ed economico



119

Fig.3 Immagine del quartiere Ecocity nella città di Tübingen

Fig.4 Foto aerea dell'intervento progettuale nell'ambito del progetto Ecocity nella città di Tübingen



offerto dai comuni. Lo studio ha dimostrato che l'informazione e i gruppi di incontro formativi organizzati nei quartieri tipo, hanno avuto un effetto positivo nella diffusione dei pannelli fotovoltaici, probabilmente per la riduzione delle barriere tecniche e burocratiche.

Tubingen rappresenta un caso di eccellenza, perchè costituisce anche il primo esempio di sperimentazione di un metodo volto alla risoluzione del problema ecologico in termini di sistema e di coinvolgimento, che davvero "utilizza" l'individuo come elemento strutturale del progetto.

La città italiana in cui è stato sperimentato il progetto Ecocity è Umbertide, in provincia di Perugia, da anni comune attivo nei progetti di sostenibilità ambientale, attraverso il processo di A21 locale e con una solida tradizione nella promozione delle energie rinnovabili. L'area è chiusa tra il tracciato ferroviario e il parco del fiume Tevere e definisce un ambito urbano irrisolto in cui le funzioni si sovrappongono senza una regola. Il progetto opera per fornire soluzioni integrate che incidano contemporaneamente sulla qualità urbanistica e architettonica, e sui consumi energetici, il comfort e la mobilità sostenibile. Il nuovo quartiere residenziale rispetta le caratteristiche della città esistente, anche a livello di densità insediativa. Le altezze degli edifici, il numero dei piani, la tipologia degli alloggi e degli organismi edilizi, che costituiscono le caratteristiche fondamentali della morfologia e della densità della città antica, sono state assunte come elementi di riferimento della continuità del processo evolutivo urbano. Per quanto concerne la mobilità, l'obiettivo del progetto è stato quello di tracciare una struttura innovativa e appropriata per la gestione al livello di quartiere, ma anche in grado di produrre ripercussioni positive sulla città e sul suo territorio. Lo schema della mobilità è stato studiato con attenzione e il parametro del "comfort urbano" ha avuto un ruolo fondamentale. La circolazione all'interno del quartiere, fatta perlopiù di mezzi pubblici e biciclette, diventa strettamente legata e coerente con il disegno bioclimatico della struttura urbanistica ed edilizia dell'area. Viene, infatti, suddivisa in due diverse tipologie di fruizione: la prima comprende i "percorsi e gli spazi mentalmente chiusi" più veloci, per le persone che hanno fretta, chiuse nelle proprie automobili o sulle motociclette, che non hanno tempo per comunicare; la seconda, invece, si articola nei "percorsi e spazi mentalmente aperti" più flessibili, disegnati per la sosta, per la comunicazione, per lo sport e così via. Gli aspetti legati alle funzioni

<sup>8</sup> Gaffron P.; Huismans G.; Skala F., (2005), "Ecocity A better place to live – Urban development towards Aproprate Structures for Sustainable Transport", Book 1, European Commission DG Research

urbane presenti nel nuovo quartiere sono affidate ad una prevalenza di "mixed use".

Esse non hanno collocazioni isolate, salvo per funzioni specialistiche come la scuola, la stazione o le strutture ex industriali, ma sono integrati nel tessuto dell'edilizia residenziale, soprattutto in alcune corti, che si attestano in particolari posizioni nodali delle spine bio-climatiche e dei corridoi verdi o della più grande articolazione del salotto verde urbano.

Gli interventi su scala urbana riguardano:

- La realizzazione degli insediamenti in grado di migliorare le condizioni di ventilazione, in base alla direzione dei venti prevalenti nelle diverse condizioni stagionali, per ottenere una protezione dai venti invernali;
- L'adozione di un impianto di teleriscaldamento a biomassa, e quindi la riduzione dei consumi da fonte fossile;
- L'esposizione prevalente di edifici di nuova costruzione a sud al fine di massimizzare la captazione dell'energia solare per il riscaldamento solare passivo;
- L'opportuna distanza tra gli edifici, compatibilmente con la volumetria degli edifici stessi, imposta dal Piano Regolatore locale.

121



Fig.5 Immagine poetica del paese di Umbertide

Il ruolo della partecipazione è stato determinante, in quanto senza il contributo dei cittadini, veri fruitori della città, e degli attori economici ed amministrativi locali, molte scelte innovative non sarebbero state possibili e soprattutto credibili. Il processo partecipativo si è articolato attraverso laboratori partecipati, che hanno coinvolto le amministrazioni per l'adattamento dei piani comunali e la popolazione per la distribuzione delle funzioni e per il fabbisogno energetico dell'impianto di teleriscaldamento<sup>8</sup>.

<sup>8</sup> Cannavò P., (2004), *A\_tra\_verso In-seguire la trasformazione, pursuing change*, Mandragora, Firenze

#### **4.4 Le FER come elementi strutturali del progetto di architettura e paesaggio**

122 Alla Conferenza Nazionale per il Paesaggio è stato riconosciuto per la prima volta che la conservazione e la valorizzazione del paesaggio si esercitano attraverso il progetto; tale progetto non è il progetto *di* paesaggio ma è il progetto *per* il paesaggio, poiché agire sul paesaggio vuol dire intervenire all'interno dei molteplici processi di trasformazione del territorio, che coinvolgono una grande quantità di soggetti e di esperienze, tutte modificatrici degli spazi esistenti<sup>9</sup>. Ad ogni modificazione partecipa ogni attore, a qualsiasi scala essa sia, e la progettazione del paesaggio non ha un termine, in quanto il paesaggio è un'entità dinamica che si modifica continuamente nel tempo, cresce, matura e si rigenera; pertanto il progetto può solo individuare quegli input che, nel tempo, generano le fasi di sviluppo dello stesso progetto, e la strategia di sostegno delle fasi nella loro vulnerabilità e imprevedibilità. L'architettura del paesaggio, metodologicamente, si occupa da sempre di confrontarsi con la natura del contesto, con i fattori climatici e con le ecologie, non determinando mai un oggetto finito, ma innescando processi; è per questo che tramite questa disciplina è possibile definire una nuova strategia per affrontare il processo urbano e paesaggistico. In primo luogo è necessario comprendere la natura dell'area di intervento e l'estensione spaziale del sistema ad essa connesso, in modo da determinare modificazioni che si pongano in continuità con l'identità del luogo in oggetto: gli effetti devono conferire qualità al sistema, superando il limite fisico dell'area in cui si opera.

In secondo luogo, è necessario considerare che l'analisi di un contesto non può prescindere dall'uso esistente, in quanto lo spazio e la fruizione costituiscono un'unica realtà. Le aree urbane sono l'habitat naturale,

poichè rappresentano il paesaggio in cui l'uomo vive quotidianamente, e in cui avvengono le modifiche e le trasformazioni istintivamente per assecondare le nuove necessità. La città costruita, l'ambiente e il vuoto non sono più, nella città, tre realtà distinte ma un unico paesaggio da pensare e progettare nel complesso. Gli effetti che ogni modificazione del sistema porta alla città dipendono da tutti gli elementi del contesto e causano spesso effetti inaspettati, pertanto ogni trasformazione dovrebbe considerare come parametro fondamentale la sostenibilità ambientale del processo: rispettare la presenza di una falda acquifera, conoscere l'alterazione delle correnti d'aria e prevedere il consumo energetico necessario al comfort degli ambienti. Pertanto, il nuovo approccio alla progettazione non deve contemplare solamente la considerazione scientifica dell'ambiente, ma anche una sua interpretazione progettuale, in quanto è la risoluzione dei problemi ambientali che dà una risposta al progetto, e non viceversa.

E' possibile che la modificazione delle aree urbane avvenga attraverso il paesaggio, come motore della trasformazione. Questo succede grazie l'utilizzo della natura, ad esempio, che si è impadronita dei luoghi abbandonati o dismessi; oppure attraverso l'assimilazione della sostenibilità del cambiamento del processo progettuale, tramite cui il progetto urbano trova la sua forma.

In generale, i conflitti creati dall'introduzione di nuovi simboli nel paesaggio sono dati da una sostanziale incapacità di vedere ed interpretare il paesaggio come un elemento dinamico, nel quale potersi identificare anche attraverso la costruzione di nuovi simboli. Per la costruzione dei nuovi simboli, il progetto non deve far altro che dare forma agli elementi che compongono la natura; un paesaggio con un grande contenuto iconico innesca a sua volta i processi di riconoscimento che il progetto restituisce, in virtù della forza simbolica che esprime. Già Kevin Lynch<sup>10</sup> nel 1964 sosteneva che "la *figurabilità* è la qualità che conferisce ad un oggetto fisico una elevata probabilità di evocare in ogni osservatore una immagine vigorosa. Essa consiste in quella forma, colore o disposizione che facilitano la formazione di immagini ambientali vividamente individuate, potentemente strutturate, altamente funzionali". Quindi attraverso questo concetto egli indica la capacità di dare significato ad un luogo attraverso un elemento nuovo caratterizzante.

In seguito alla necessità di valutare un progetto in funzione dell'impatto

che questo ha sulle sorti del pianeta, è importante avviare una nuova cultura del progetto, che consideri le FER come elementi strutturali del processo e come parametri dello stesso, ai fini di un progetto rispondente alle esigenze sociali, economiche, ma soprattutto ambientali. Per introdurre nuovi parametri per la progettazione, appunto le fonti rinnovabili, e per rendere tali parametri, caratteri identitari è necessario superare la visione di settore che caratterizza oggi la progettazione degli impianti nel territorio, un processo determinato unicamente da logiche di mercato, quali: la connessione alle reti di distribuzione elettriche, l'efficienza produttiva, la fattibilità tecnica. Il progetto deve occuparsi dei luoghi, che sono caratterizzati da elementi culturali, naturali, sociali, e storici, perché rappresenta un processo di ricerca della qualità, e una soluzione al conflitto oggi esistente fra le legittime istanze di una infrastrutturazione energetica, e di tutela e valorizzazione delle realtà locali.

<sup>11</sup> Jourda F.H., (2009), *Petit Manuel de la Conception Durable*, Archibooks, Parigi

- 124 Quali possono essere i parametri "energetici" che influiscono sulla progettazione della città? Un contributo interessante viene dato da Françoise-Hélène Jourda<sup>11</sup>, architetto francese esperta negli studi della città sostenibile, e professoressa all'Università Tecnica di Vienna, che individua gli esperimenti e i parametri che, derivanti da esperienze già in corso o in via di sperimentazione, introducono l'energia come vero e proprio materiale da costruzione dell'edificio e dello spazio pubblico. Innanzitutto, individua la densificazione della città come condizione obbligatoria per la riduzione del consumo energetico e delle emissioni dei gas serra nell'atmosfera, quindi come soluzione al problema ambientale più grave della nostra epoca, nonché l'introduzione della sfera sociale, come indice di gradimento e di vivibilità del progetto che viene proposto. Poi, introduce tutti quei parametri derivanti dalle fonti rinnovabili che possono entrare nella progettazione dell'edificio esistente o di nuova costruzione, dividendoli per categorie, in base al loro legame con l'aspetto economico e sociale, oppure con l'aspetto fisico-spaziale ed estetico: ad esempio, per la prima categoria, la possibilità di restituire un'identità ad un sito tramite l'ampliamento e la valorizzazione, e non tramite la demolizione, per avere un minore impatto sull'ambiente circostante; la possibilità di collocare nello stesso quartiere funzioni diverse, in modo da ridurre i consumi; la flessibilità e versatilità nella costruzione degli ambienti interni di un edificio, in modo che possa



<sup>12</sup> Jacob M., (2003), *Una estetica della sorpresa: le centrali di Portaluppi e le forme dell'energia*, in Molinari L. (a cura di), (2003), *Piero Portaluppi: linea errante nell'architettura del Novecento*, Skira, Milano

costituire una potenzialità di sfruttamento per usi differenti nel futuro; la necessità di migliorare l'efficienza energetica con l'utilizzo di pareti che riducano lo scambio tra l'interno e l'esterno; l'utilizzo dei camini di ventilazione per il raffrescamento degli ambienti interni, tramite lo sfruttamento della ventilazione naturale, al fine di ridurre i consumi; e, infine, la necessità di valutare quantitativamente il bilancio complessivo dell'edificio.

Per quanto concerne la seconda categoria, i caratteri nuovi del progetto citati nel testo, per l'edificio, riguardano, ad esempio, le scelte progettuali per gli apporti solari passivi; il trattamento delle acque piovane come risorsa idrica; la creazione negli ambienti interni dei cosiddetti giardini di inverno, ovvero alcuni ambienti vetrati a nord o a sud (a seconda del clima esterno) per accumulare il calore durante il giorno e riscaldare gli ambienti interni; lo studio del rapporto tra superfici vetrate e superfici opache per garantire l'illuminazione naturale interna; l'utilizzo dei pannelli fotovoltaici o delle coperture verdi ai fini del miglioramento dell'inerzia termica; infine, l'utilizzo dei materiali locali al fine di economizzare al massimo le spese e soprattutto di mantenere l'identità del luogo in oggetto, e anche l'utilizzo di materiali riciclabili come ad esempio il bambù, che non portano ulteriori danni all'ambiente.

125

Anche per gli spazi aperti viene fornito dall'autrice un apporto significativo alla progettazione energetica, attraverso l'utilizzo delle FER come strumento di progettazione: l'introduzione del verde nella città, che diminuisce la produzione di CO<sub>2</sub>; lo studio della posizione sul sito, dell'altezza, della larghezza degli edifici, che vanno ad influire sul microclima ambientale; l'introduzione delle infrastrutture necessarie nello spazio "vuoto" come elemento fondamentale per studiare alcuni aspetti quali il soleggiamento, le ombreggiature, e la ventilazione dello spazio pubblico; lo studio dell'impermeabilizzazione dei suoli ai fini dello scambio d'acqua tra il suolo e il sottosuolo; e, infine, la mobilità elettrica, guidata dall'energia prodotta tramite i pannelli fotovoltaici presenti nello spazio pubblico, che subito trasformano l'energia solare in energia elettrica.

Un altro apporto significativo al tema, con riferimento alla scala del progetto di paesaggio, è stato fornito anche da Michael Jakob<sup>12</sup>, che evidenzia come, grazie all'introduzione dei trasformatori per la



corrente alternata, sia potuta iniziare l'era della formalizzazione dei luoghi dell'energia. Il linguaggio formale, delle centrali elettriche ad esempio, trova una grande varietà di soluzioni nel linguaggio dei progettisti, e si dà il via ad una "architettura allegorica" che crea il punto di contatto con la tradizione, tramite strutture tecnologiche contenute che evocano valori ben consolidati nell'immaginario collettivo.

In Italia uno step molto importante in questa direzione è rappresentato dal concorso di idee *I Paesaggi del Vento*<sup>13</sup>, dove l'obiettivo iniziale è stato quello di introdurre il tema dell'inserimento di un impianto eolico nelle aree di Cilisi (Palermo) e Pescopagano (Potenza), come una sfida dell'adattamento del territorio ad uno dei simboli delle tecnologie del futuro. Infatti, l'inserimento di infrastrutture sul territorio per la produzione di energia dalle FER, rappresenta un'importante strategia per la ridefinizione del rapporto fra l'uomo e l'ambiente e per uno sviluppo equilibrato del territorio.

<sup>126</sup> Nei temi di concorso quello che emerge è il progetto per il paesaggio attraverso diversi approcci: un primo approccio che studia il territorio e la sua morfologia attraverso i segni in esso presenti, per l'approfondimento della relazione fra nuove tecnologie e paesaggio esistente tramite connessioni e percorsi storici dei luoghi; un secondo approccio che lavora, invece, "sulle funzioni compatibili e la fruizione in forma nuova delle aree attraverso una rivisitazione in chiave contemporanea del tema del parco rispetto alla specificità del tema eolico"<sup>14</sup>; infine, un terzo approccio è legato al tema dell'impatto visivo degli impianti, attento a valutarne e disegnarne i caratteri per individuare alcune forme,

<sup>13</sup> Indetto da Legambiente e da Erga (gruppo ENEL)

<sup>14</sup> Zanchini E. (a cura di), (2002), *Paesaggi del Vento*, Meltemi, Roma



Fig.5 Immagine del concorso "Paesaggi del Vento", pubblicato da Meltemi Babel

<sup>15</sup> Rifkin J., (2009), *“Anticipare la Terza Rivoluzione Industriale – una nuova agenda energetica per l’Unione Europea del 21° secolo”*, New York

colori, luci e ombre, in grado di caratterizzarne in maniera originale il ruolo (come landmark) rispetto al paesaggio.

Considerando le peculiarità di ogni luogo, caratterizzato dalla stratificazione di elementi storici, culturali, morfologici e simbolici, la risposta alle trasformazioni del territorio e alla sfida di introdurre nuove tecnologie, può arrivare solo dal progetto, che deve essere in grado di riflettere la complessità di ogni processo di modifica.

#### **4.5 La HEW (Hydrogen Energy Web): la terza rivoluzione industriale?**

I grandi mutamenti nella civiltà avvengono quando nuovi sistemi di energia convergono con nuove rivoluzioni della comunicazione, così da creare nuove epoche economiche. Le nuove forme di comunicazione diventano i nuovi strumenti di comando e di controllo per la strutturazione e la gestione delle civiltà più complesse, guidate dalle nuove forme di energia, e, inoltre, cambiano anche la coscienza umana. Oggi il mondo è sulla soglia di una nuova trasformazione nella tecnologia della comunicazione e dei sistemi energetici: la convergenza tra le tecnologie per l’informazione, le comunicazioni diffuse e le energie rinnovabili diffuse, stanno creando l’infrastruttura di quella che l’economista Jeremy Rifkin definisce come Terza Rivoluzione Industriale. Questa Rivoluzione, secondo l’economista, si costruisce sulle fondamenta di una maggiore efficienza energetica, grazie all’utilizzo di meno energia per garantire, però, lo stesso livello di servizio energetico, assicurando il massimo utilizzo delle risorse disponibili. I quattro punti cardini della futura organizzazione energetica si esplicitano in quattro concetti basilari: il concetto di “generazione allargata” e lo sfruttamento delle FER, tramite la raccolta di tutta l’energia disponibile del sole, del vento, dell’aria e della terra; il concetto dell’edificio come centrale elettrica; il concetto di “immagazzinamento” delle energie disponibili, in prima linea dell’idrogeno; e il concetto di “infrastruttura energetica” attraverso l’idea di rete e di veicoli ricaricabili.

Nello specifico, si possono analizzare i tre pilastri che daranno origine alla Terza Rivoluzione, secondo gli economisti sostenitori della teoria di Rifkin<sup>15</sup>.

Il primo pilastro sono le fonti di energia rinnovabile, ovvero il solare,

l'eolico, la geotermia, il moto ondoso, l'idroelettrico e le biomasse, il cui utilizzo cresce considerevolmente in conseguenza degli obiettivi obbligatori che i governi si sono dati e dei controlli periodici per la loro introduzione sul mercato. Miliardi di euro vengono impegnati per la ricerca e per lo sviluppo del mercato, e le imprese e le abitazioni mirano a ridurre il loro impiego di combustibili fossili alla ricerca della indipendenza energetica. Per massimizzare i costi e l'energia rinnovabile è necessario introdurre il secondo pilastro, ovvero lo sviluppo di metodi di accumulazione e di conversione delle quantità intermittenti per avere un servizio affidabile.

Per fortuna esiste in natura un mezzo di accumulazione che è totalmente disponibile e relativamente efficiente: l'idrogeno, che "immagazzina" tutte le energie rinnovabili per assicurare la disponibilità di una fornitura stabile anche per i trasporti. L'unico problema è che l'idrogeno non si trova in forma pura in natura, ma deve essere estratto da altri elementi, che, al giorno d'oggi sono ancora fonti fossili (in particolare il gas naturale) per l'uso ancora embrionale che se ne fa, ma in futuro potranno essere le fonti rinnovabili. Queste, infatti, ad oggi vengono utilizzate per produrre elettricità in modo sempre crescente; l'elettricità può essere però utilizzata in un processo chiamato elettrolisi, che scinde la molecola di acqua in idrogeno ed ossigeno, e che consente di ottenere la materia prima. Poiché l'energia solare e del vento non possono essere sfruttate e utilizzate sempre, una parte dell'elettricità prodotta, quando funzionano, dovrebbe servire ad ottenere l'idrogeno per elettrolisi, e quindi a garantire una produzione continua di energia. Il terzo pilastro per la Terza Rivoluzione Industriale è la riconfigurazione delle reti energetiche, secondo lo schema di internet, per consentire alle imprese e alle singole abitazioni di produrre energia e di scambiarla.

Il cosiddetto "*smart integrid*", come viene definito da Rifkin, è composto da tre componenti fondamentali: le mini reti che permettono all'utenza privata e alle piccole imprese di produrre energia dalle fonti rinnovabili (attraverso pannelli solari, fotovoltaici, eolico, micro-eolico e piccolo idroelettrico) per il proprio uso privato; le tecnologie di contatori intelligenti, che permettono a questi utenti di vendere la propria energia, o di acquistarla, creando una comunicazione bidirezionale; i sensori microchip, disseminati in tutta la rete, ad esempio negli elettrodomestici, con un software di controllo di tutta l'energia che circola. Si viene a creare

<sup>16</sup> L'UE è la prima super potenza economica ad aver imposto il raggiungimento obbligatorio del 20% di energia prodotta da fonti rinnovabili entro il 2020

così un network in grado di reindirizzare l'energia, laddove ci possano essere interruzioni e in grado di approfittare di eventuali variazioni di prezzo dell'energia elettrica di momento in momento.

Grazie a questi software può essere introdotto il concetto di "prezzo dinamico", permettendo agli utenti di regolare il loro consumo di energia in base al prezzo dell'elettricità ogni momento.

Tramite questo sistema è evidente che gli utenti hanno un maggiore controllo dell'energia da essi prodotta, sentendosi parte attiva di un processo che parte dal basso, ma allo stesso tempo i mini produttori locali possono vendere l'elettricità quando il prezzo è più alto, in modo da poter mantenere attiva l'economia locale. L'Unione Europea si pone con l'obiettivo 20/20<sup>16</sup> al centro della concretizzazione della Terza Rivoluzione Industriale, annunciando un piano obbligatorio per l'efficienza energetica e rigidi scadenziari per la realizzazione di "costruzioni verdi"; ad esempio la Spagna ha reso obbligatorio che tutte le costruzioni nuove incorporino direttamente infrastrutture tecnologiche energetiche rinnovabili.

129

Tale Rivoluzione renderebbe possibile anche una redistribuzione del potere sulla terra, in quanto le energie rinnovabili hanno il potenziale di essere distribuite *peer to peer* secondo modalità distributive simili a quelle che regolano il mondo di internet; attraverso la "generazione distribuita", infatti, l'utenza privata, le municipalità e le piccole imprese possono diventare sia consumatori che produttori della stessa energia. La stessa automobile può diventare un oggetto di produzione di energia, in quanto potrebbe arrivare fino ai 20 kilowatt di produzione, e, poiché rimane spesso parcheggiata, potrebbe essere collegata agli elettrodomestici delle case o agli uffici e offrire energia a prezzi competitivi. Se tutti gli individui e le comunità diventassero, quindi, produttori della propria elettricità, i popoli locali sarebbero meno esposti alle grandi potenze energetiche, e le comunità potrebbero produrre beni e servizi localmente, per poi venderli globalmente.

Jeremy Rifkin, sull'importanza della struttura di questa Terza Rivoluzione Industriale, afferma che "l'idrogeno è il più leggero, elementare e diffuso elemento chimico presente in natura. Sfruttato come fonte di energia, diventa il carburante perpetuo. E' inesauribile e, non contenendo un solo atomo di carbonio, non emette CO<sub>2</sub>.

L'idrogeno si trova ovunque sulla terra, nell'acqua, nei combustibili

fossili e in tutta la materia vivente. L'utente può diventare produttore dell'energia che usa e la rete energetica mondiale dell'idrogeno (HEW, Hydrogen Energy Web) sarà la prossima grande rivoluzione economica, tecnologica e sociale della storia"<sup>17</sup>. La creazione di reti energetiche decentralizzate dell'idrogeno, che connettono gli utenti finali, renderebbe, inoltre, possibile la realizzazione di insediamenti umani geograficamente più diffusi e sostenibili in rapporto alle risorse ambientali locali e regionali.

Si noti che Cyrus Smith affermava, nel romanzo di Verne "L'isola misteriosa", già nel 1874, che al posto del carbone nel momento del suo esaurimento si sarebbe dovuta bruciare l'acqua, scomposta nei suoi elementi costitutivi. L'idrogeno, inoltre, non contiene un atomo di carbonio, pertanto sarebbe l'anello finale nel processo di "de carbonizzazione" in atto, partecipando significativamente alla risoluzione del problema ambientale. Questo elemento, come elemento puro, venne preso in considerazione (nonostante l'anticipazione letteraria) solamente dopo la crisi petrolifera del 1973.

Oggi, in Islanda e nelle Hawaii sono in corso progetti di riconversione di intere aree che utilizzano l'idrogeno come fonte primaria di energia. Installando microimpianti presso la propria residenza, l'utente finale può sfruttare il calore prodotto dall'elettricità per riscaldare la struttura o generare ulteriore energia. Nel sistema attuale, nei momenti di punta, spesso le società elettriche addebitano all'utente finale i costi aggiuntivi, dati dalla messa in funzione degli impianti di generazione meno efficienti. I possessori di impianti a generazione distribuita, invece, potrebbero in quei momenti staccarsi dalle rete, producendo da sé l'energia di cui hanno bisogno. Le celle a combustibile controlleranno le tariffe attraverso una connessione Internet. Questa sarebbe la nascita dell' *Hydrogen Energy Web*: l'integrazione di hardware e software informatico di punta trasforma la rete centralizzata in un network energetico intelligente, completamente interattivo. Sensori e agenti intelligenti integrati nel sistema possono fornire informazioni in tempo reale sulle condizioni della domanda, permettendo di far affluire la corrente esattamente dove e quando è necessaria, alle migliori condizioni possibili. Grazie a questo sistema il modello energetico è destinato a subire una trasformazione radicale.

Nel 1999 ad Amburgo, la Germania ha inaugurato il primo distributore

<sup>17</sup> Rifkin J., (2002), *Economia all'Idrogeno. La creazione del Worldwide Energy Web e la redistribuzione del potere sulla terra*, Mondadori, Milano

europeo di idrogeno. La produzione dell'idrogeno è costituita da una linea retta rivolta verso l'alto. Questo significa che il suo costo di produzione continua a calare e che, in futuro, gli unici costi rilevanti saranno quelli relativi alla manutenzione e al miglioramento delle reti energetiche intelligenti. La HEW e l'economia dell'idrogeno richiedono un nuovo tipo di disegno architettonico che intrecci pubblico e privato. Il passaggio al regime energetico dell'idrogeno e la creazione di network di energia distribuita in grado di connettere comunità in tutto il mondo, sono l'unico modo per risolvere il problema della povertà nel mondo. Per ridurre il divario, infatti, fra ricchi e poveri è necessario, in primo luogo, diminuire quello fra utenti connessi e utenti disconnessi. L'economia dell'idrogeno porterà con sé, proprio come è accaduto nell'era dei combustibili fossili, un nuovo modo di pensare l'organizzazione della nostra esistenza; nel corso della storia le grandi trasformazioni dei regimi energetici hanno sempre indotto un ripensamento delle categorie fondamentali dell'esistenza, ed è ciò che probabilmente succederà nel momento in cui la HEW sarà operativa in maniera significativa<sup>18</sup>.

131

La prima applicazione spaziale della Hydrogen Energy Web, sotto la guida di Jeremy Rifkin, in Italia si concretizza nella proposta di un masterplan per la città di Roma, dove il modello della Terza Rivoluzione Industriale si esplica nell'interconnettività zonale, tale da congiungere la zona agricola esterna con la zona commerciale e il centro storico-residenziale, per la formazione di un'entità senza soluzione di continuità, connessa da energie rinnovabili, prodotte a livello locale, e condivisa attraverso una rete intelligente.

Per quanto concerne il centro storico, la proposta è quella di favorirne la densificazione abitativa, attraverso appartamenti di qualità ed efficienti dal punto di vista energetico, attraverso la pedonalizzazione (a cui segue un miglior funzionamento dei trasporti) e attraverso la realizzazione di itinerari vivibili per la comunità. Poiché in quest'area a Roma esiste una grande quantità di esercizi commerciali, anche in disuso, una possibilità è quella di recuperare tali edifici per trasformarli in nuovi complessi residenziali, adoperando tecniche architettoniche innovative che riprendano i migliori elementi della progettazione di Roma antica: la facciata storica potrebbe rimanere intatta, e all'interno gli edifici potrebbero essere "svuotati" per la creazione di quegli elementi proget-



tuali che servono a migliorare l'efficienza energetica. Attorno al centro storico, viene individuato l'anello verde industriale e commerciale, che potrebbe configurarsi come un vero e proprio laboratorio di tecnologie bioclimatiche, per l'ottenimento dell'obiettivo *zero emissioni*,

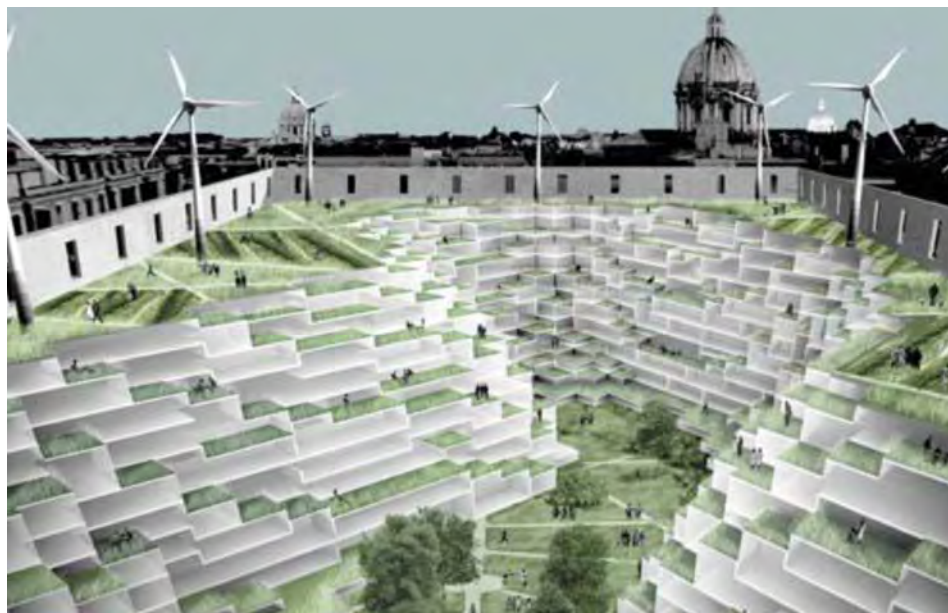


Fig.6 Immagine slogan della città di Roma, nell'anello storico-residenziale, presente masterplan della Terza Rivoluzione Industriale

Fig.7 Immagine slogan dell'anello agricolo di Roma, secondo le previsioni del masterplan della Terza Rivoluzione Industriale



<sup>19</sup> Per *impronta ecologica* si intende la misurazione del consumo delle risorse naturali da parte dell'uomo, per sostenere il consumo energetico e le infrastrutture

<sup>20</sup> [http://www.c40cities.org/bestpractices/edifici/berlin\\_efficienza.jsp](http://www.c40cities.org/bestpractices/edifici/berlin_efficienza.jsp)



attraverso la presenza di aree verdi, edifici e fabbriche che funzionino come centrali elettriche, e sistemi integrati di riscaldamento, energia elettrica ed energia distribuita. Il terzo anello è quello dell'area agricola: i dati sull'impronta ecologica indicano che il consumo di alimenti costituisce una parte molto grande dell'impronta ecologica delle città<sup>19</sup>. Una buona parte di emissioni di gas serra deriva dal trasporto e spostamento dei prodotti agricoli da un luogo all'altro; tramite i principi della rete intelligente sarebbe, invece, possibile incentivare la produzione locale e anche migliorare le attività per il tempo libero. Inoltre quest'area si configura come il luogo nel quale sviluppare centri di ricerca e progetti per l'energia rinnovabile su vasta scala.

133

Dal punto di vista quantitativo, ciò che accade agli edifici, nella creazione del masterplan per Roma è il miglioramento della resa termica, l'ottimizzazione della domanda di energia, e la riduzione dello spreco e del consumo dell'acqua. Per ottenere questi obiettivi, ciò che è necessario è un cambiamento comportamentale nell'utilizzo della tecnologia, e in questo la tecnologia informatica ha un ruolo fondamentale per il miglioramento dell'efficienza energetica del futuro; così anche, diventerebbe importante l'utilizzo di alcune soluzioni progettuali che stanno avendo ottimi risultati in altre città europee, come Berlino oppure Stoccolma, quali l'utilizzo del Retrofit, che viene usato per l'isolamento e il cui costo potrà essere portato in pari in circa 8-12 anni<sup>20</sup>, oppure la realizzazione

Fig.8 Immagine del modello URBANOS per la città di Roma

delle coperture verdi, che contribuiscono all'efficienza energetica tramite il fenomeno della evapotraspirazione, o ancora il miglioramento dell'illuminazione tramite l'utilizzo della tecnologia LED, che rispetto agli aspetti già citati potrebbe perfino bilanciare il costo di installazione molto velocemente (visto che la maggior parte delle emissioni di gas serra attuali derivano proprio da questo settore).

<sup>21</sup> Rifkin J., (2010), "A Third Industrial Revolution, Master Plan to Transition Rome into the World's First Post-Carbon Biosphere City", [www.comune.roma.it](http://www.comune.roma.it)

134

Un aspetto molto significativo del masterplan per Roma è il Piano per la decarbonizzazione proposto da Adrian Smith e Gordon Gill Architecture LLP<sup>21</sup>. Il piano rappresenta un approccio dinamico per portare ad un livello alto l'integratore ecologico e per aggregare i principali indicatori di rendimento attraverso una serie di categorie: l'energia, l'acqua, gli sprechi, la salute e la mobilità in un modello virtuale di città in rete, denominato *URBANOS*. Il modello ha il compito di aggregare e stabilire le soglie del consumo energetico e delle emissioni di carbone per un confronto statistico dei consumatori, consentendo anche le previsioni di successo per la riduzione delle emissioni attraverso il supporto diagnostico. In particolare il sistema, se applicato, serve come mercato virtuale per i futuri consumi di energia, veicolando le comunicazioni e i finanziamenti. Grazie a questo sistema di calcolo è possibile individuare le possibilità di sfruttamento dell'energia latente nel centro storico per le periferie, tramite il sistema della rete intelligente di trasferimento per gli utenti e gli edifici.

Naturalmente una trasformazione attenta dei nuovi edifici è fortemente legata all'approccio equilibrato dei consumi energetici. In altre parole, ciò che il modello consente è una ristrutturazione degli edifici esistenti sotto-utilizzati, in modo da essere modificati per adattarsi meglio al bilancio dei consumi; questo favorisce anche la comprensione (vista la differenza netta dei consumi) dell'eventuale possibilità di trasformazione di un edificio da residenziale a pubblico o viceversa.

L'aspetto che struttura il masterplan è la proposta di un modello energetico distribuito, finalizzato sia a ridurre i consumi energetici, ma soprattutto a promuovere una maggiore sostenibilità della vita urbana. L'attuale sistema della rete di distribuzione di energia elettrica è costituita da un sistema gerarchico ad albero, e quindi centralizzato; la rete prevista, invece, si configura come un modello non gerarchizzato, richiedente un'intelligenza tale da ottimizzare la distribuzione

di energia prodotta. Le ricadute del modello distribuito si trasmettono direttamente alla pianificazione urbana: gli insediamenti possono essere ripensati secondo la realizzazione di nodi autosufficienti dal punto di vista energetico, che costituiscano le "isole" urbane nelle quali viene ottimizzato l'utilizzo delle risorse presenti nel luogo. In questo modo la pianificazione architettonica e urbana recupera il rapporto con l'ambiente, ormai perso a causa dell'illusione di una disponibilità illimitata di risorse. La modularità del sistema prevede una grande elasticità in fase di realizzazione ma anche di gestione, aumentando anche la coscienza del risparmio nel consumatore, che diventa anche produttore. Le isole hanno anche un grande valore per la riqualificazione della periferia romana, in termini urbanistici e sociali, con la possibilità anche di integrare al costruito i sistemi di produzione da fonti rinnovabili, che subirebbero, quindi, modifiche dal punto di vista estetico. Quando si parla di "rete intelligente" non si fa quindi riferimento unicamente ad una rete fisica ma ad una vera e propria metodologia, nella quale ogni aspetto della gestione urbana può essere considerato come un servizio disponibile in rete.

135

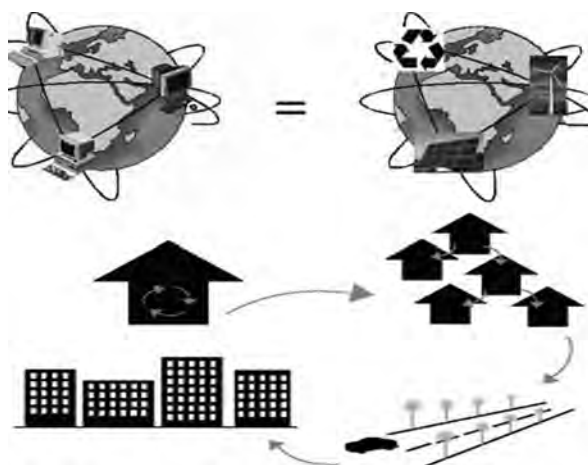


Fig.9 Immagine esemplificativa del funzionamento della HEW



***PARTE TERZA***





## CAPITOLO 5: ITINERARI E PROGETTO

139

*"La città del topo e della rondine (...)  
oggi (Marozia)  
è una città dove tutti corrono i cunicoli (...)  
ma sta per cominciare un nuovo secolo in cui tutti a  
Marozia voleranno  
come le rondini nel cielo d'estate".*

*I. Calvino, Le città invisibili*



Il necessario percorso da intraprendere per acquisire le conoscenze necessarie per l'elaborazione di una metodologia di intervento sul paesaggio, ai fini di mettere in pratica una strategia a servizio del progetto, nel senso più ampio del termine, che utilizzi le fonti rinnovabili come trame principali, è un itinerario o meglio un racconto critico. Tale percorso è volto alla selezione e all'approfondimento di casi studio, che includono la dimensione urbana e la dimensione rurale in diversi contesti territoriali, europei e nazionali, alle diverse scale del progetto (dalla città, al quartiere, fino all'edificio).

L'energia, le tecnologie bioclimatiche, la consapevolezza e la conoscenza di un nuovo sistema di approvvigionamento, trasformano lo spazio, lo rendono flessibile, e ne alterano la percezione, fino a modificarne l'identità, generando spazialità inedite.

La trasformazione del territorio implica la costruzione di nuove "regole", con le dovute eccezioni, che lasciano spazio ai processi di relazione dettati dall'ottenimento di un unico obiettivo di carattere quantitativo, ovvero il risparmio energetico. Si viene così a creare un diagramma, con una nuova gerarchizzazione, dipendente dalla strutturazione del luogo. I casi studio trattati stimolano la cooperazione tra diversi settori disciplinari per produrre nuove forme del territorio, che possano contribuire alla risoluzione della questione energetica.

Ciò che avviene nei paesaggi energetici studiati, è la creazione di un equilibrio tra ingegno, economia, natura ed estetica della città. Per quanto riguarda l'aspetto puramente formale, non si può negare la creazione di un'immagine nuova, di grande forza, capace di costruire un'estetica coerente con la questione ambientale, nonostante il rischio di un forte impatto visivo. Un ulteriore aspetto che emerge con forza dal percorso di seguito proposto è la pluralità di significati che il disegno di nuovi paesaggi insediati sull'esistente può assumere nella progettazione contemporanea. I paesaggi sono in mutamento, sono i luoghi di un progetto obbligato, orientato anche alla messa in valore di un patrimonio sociale, in cui le azioni sugli spazi aperti si integrano con le azioni sugli spazi della residenza, del lavoro della mobilità, nell'intento di conferire una rinnovata qualità ecologica, estetica e funzionale della città e del territorio contemporanei. La messa a fuoco di strategie capaci di delineare inedite relazioni territoriali, di ricucire i frammenti dell'urbano senza necessariamente procedere a logiche di riempimento,

Fig.1 Inizio Parte Terza, ingresso al quartiere Vauban di Friburgo

Fig.2 Inizio Capitolo 5, edificio del quartiere Vauban a Friburgo

<sup>1</sup> Alcuni concetti indicati nella descrizione della trasformazione del paesaggio fanno riferimento all'idea espressa da Alessio Battistella nel testo Battistella A., (2010), *Trasformare il paesaggio. Energia eolica e nuova estetica del territorio*, Edizioni Ambiente, Milano, pp. 139, 163-164

quanto più perseguendo logiche "energetiche", consente ai paesaggi di assumere un ruolo strategico nella questione ambientale. Ciò significa abbandonare una visione esclusivamente planimetrica per studiare i molteplici significati derivanti dall'interazione fra spazi, usi, consumi e pratiche; significa anche fornire un'accezione fondata sulla promozione e sulla sinergia di azioni orientate alla tutela dell'ambiente e alla valorizzazione delle risorse locali energetiche e paesaggistiche, per una riqualificazione sociale e funzionale degli spazi dell'abitare.

L'itinerario, attraverso gli eco quartieri e le politiche definite "sostenibili", fornisce un quadro della situazione europea, e, approfondendo lo studio critico di alcuni casi esemplari, costituisce una sorta di vocabolario, con il quale iniziare un nuovo percorso progettuale sperimentale, il cui obiettivo è trovare le regole, appunto, di lettura e le nuove proposte per i nuovi paesaggi energetici. I casi studiati, oltre ad una sostanziale continuità di intenti comuni, mostrano un'attenzione rivolta al rafforzamento dei grandi equilibri ecologici e alla qualità del "quadro della vita" quotidiana, ma anche un'attenzione rivolta alle peculiarità di paesaggi urbani e periurbani, che mantengono il ruolo di temi guida per il completamento dei progetti in itinere e per la definizione di quelli futuri.

141

La trasformazione dei paesaggi industriali e culturali è sicuramente un argomento importante degli itinerari: si configura come un adattamento dell'identità dei luoghi, intesa come un'entità dinamica, capace di reinterpretare, grazie agli strumenti forniti dall'energia rinnovabile, i valori simbolici che la caratterizzano. I luoghi che hanno perso il proprio significato, perché il cambiamento del sistema culturale li ha portati ad essere dismessi, e quindi in disuso, devono ritrovare il proprio equilibrio, per dare vita ai luoghi che diventeranno i nuovi paesaggi.

L'equilibrio tra il valore economico, lo sfruttamento, l'ambiente e il paesaggio, appare in alcuni casi irreversibilmente compromesso; ma il progetto, in questo senso, insegue la trasformazione e, sebbene non possa essere considerato la soluzione, perché il progetto è esso stesso un processo non concluso, rappresenta lo strumento di decodificazione delle nuove regole<sup>1</sup>.

Ne sono testimonianza lo spirito e gli esiti dei progetti di riqualificazione in chiave energetica dei casi studio citati nelle sessioni del capitolo.

## 5.1 La Germania: Friburgo

Friburgo è la città tedesca che per prima si è distinta in campo Europeo per l'utilizzo delle fonti di energia rinnovabile a livello strategico. E' una città che si trova incuneata tra la Francia e la Svizzera nella Germania meridionale, e viene definita la "città verde e solare d'Europa" non solo per il successo politico che l'approccio ecologicamente sostenibile ha avuto, ma anche perché è la città più "fortunata", dal punto di vista del clima, dell'intera Germania (con una temperatura media di 10,4°C). Una diffusa sensibilità per i temi ambientali ha caratterizzato le scelte di politica urbana della città a partire dagli anni '80, quando il dibattito contro la costruzione della centrale nucleare di Wyl, ha prodotto il primo piano locale energetico della Germania. Già a partire dal 1996 questo piano ha mostrato i suoi frutti: l'uso dell'energia solare ha permesso di ridurre di oltre 160000 tonnellate l'anno le emissioni di gas serra. Friburgo rappresenta uno dei casi più importanti di "marketing urbano"<sup>2</sup>, incentrato sullo sviluppo ecologico e, insieme, sulle tecnologie più avanzate.

Il 1978 è l'anno di costruzione della prima casa solare in Europa, e venne costruita proprio in questa città. Nello stesso anno nella città si è intrapresa una strategia dei quartieri, sul modello della città-giardino, ideato in Gran Bretagna alla fine del XIX secolo, a partire dalle periferie e dai quartieri militari, ma soprattutto dai siti industriali dismessi. Nel 1983 l'architetto Rolf Disch vinse un concorso per la realizzazione del quartiere di Lindenwalde. Il quartiere è costituito da diciotto case uni e bifamiliari organizzate in tre schiere di edifici curvi, per favorire il più efficiente soleggiamento; le case presentano tutte le caratteristiche studiate nei climi freddi per gli edifici solari passivi: un prospetto a nord quasi totalmente chiuso e un prospetto a sud finestrato, che favorisce la presenza delle serre solari per l'accumulo del calore nei primi due livelli. Inoltre la rete a gas comune e la rete per la produzione di acqua calda è una novità in campo progettuale per quegli anni.

Alla fine degli anni '90 la città di Friburgo ha sofferto di una grave crisi in quanto vennero a mancare più di seimila abitazioni per le giovani famiglie. Per questo motivo la municipalità lavorava, fin dagli anni '80, per la riqualificazione delle aree abbandonate: antiche fabbriche al centro della città vennero trasformate in progetti misti composti da

<sup>2</sup> Antonini E.; Tatano V., (2002), "Le politiche ecologiche della città di Friburgo", in AA.VV., *Costruire Sostenibile: l'Europa*, Bolognafiore-Alinea Editrice, Firenze

abitazioni e luoghi di aggregazione sociale e culturale, gettando le basi per una nuova economia fondata sul sociale. Nell'agosto del 1992 le caserme militari vennero abbandonate e immediatamente il progetto di riconversione ad opera di studenti di architettura, artisti, ed abitanti ebbe inizio. A partire da questa operazione, i sogni pragmatici ed ambiziosi di realizzare un progetto di ecologia urbana che, in un sito pilota, riunisse tutte le innovazioni testate e sperimentate durante gli anni '80, in particolare in materia di energia, di architettura ecologica e di mobilità, presero forma.

Venne così fondato il Forum Vauban, che risultò la concretizzazione di una visione ambiziosa per la realizzazione di un quartiere ecologico, e già nel 1994 divenne ufficialmente un'associazione che promosse una partecipazione decisa al progetto urbano, tramite gruppi tematici di lavoro che proposero soluzioni concrete su un approccio progettuale ecologico.

In parallelo il Forum organizzò atelier di formazione su svariate questioni: come divenire proprietari dell'energia che si consuma? Quali sono le norme energetiche che portano realmente al risparmio?

143



Fig.3 Fotografia aerea del quartiere Vauban a Friburgo

Dal 1996 il quartiere di Vauban costituisce una sorta di vetrina, in quanto è visitato da circa ventimila persone l'anno, poiché in seguito al concorso di idee istituito per la sua risistemazione e rivalorizzazione in chiave ecologica, è stato uno dei primi eco-quartieri in Europa ad avere un riconoscimento diffuso<sup>3</sup>. Il concorso di idee istituito per la sua realizzazione è stato vinto dal gruppo di progettazione Kohloff & Kohloff, di Stoccarda nel 1995.

<sup>3</sup> Heliot R. (a cura di), (2010), *Ville Durable et Ecoquartiers*, Les Pratiques, Montreuil

La strategia si è fondata su alcuni punti cardine: la compattezza, infatti il quartiere risulta il più denso della città, grazie anche ad un ottimo sistema di eco-mobilità, e grazie ad uno studio specifico sulle altezze massime e minime rispetto alla composizione dei vari edifici, in modo che tutte le stecche realizzate potessero godere del miglior orientamento per un efficiente funzionamento dal punto di vista energetico; la realizzazione di edifici a basso consumo energetico (50 kWh/mq), con il collegamento obbligatorio alla centrale locale di cogenerazione per la distribuzione di acqua calda sanitaria e per il riscaldamento delle abitazioni, utilizzando l'energia prodotta attraverso le biomasse, ma anche attraverso l'energia solare e le altre energie rinnovabili; il recupero delle acque reflue, che comporta alcuni parametri progettuali da rispettare, ad esempio l'utilizzo della vegetazione in alcune parti degli edifici; l'utilizzo dei pannelli solari e fotovoltaici nelle coperture e negli involucri degli edifici, concepiti non solamente come "pelle" dell'edificio, ma come "anima" dello stesso, perché costituiscono le nuove componenti strutturali dell'involucro, assieme ai balconi esterni e alla concezione totalmente passiva degli edifici; i sistemi di ventilazione ed isolamento delle abitazioni, atti alla diminuzione del consumo di energia; infine, l'organizzazione sociale dello spazio pubblico, fondata su un sistema elettrico di trasporti ed un'attenzione specifica ai pedoni ed ai ciclisti.

La struttura urbana è stata concepita in modo tale che il quartiere sia climatizzato naturalmente d'estate, grazie alla sistemazione degli spazi pubblici orientati in maniera tale che il vento proveniente dalla Foresta Nera (fonte di produzione anche dell'energia da biomassa) possa contribuire in maniera significativa alla ventilazione naturale. La progettazione del verde è stata anch'essa curata nei minimi dettagli: il contrasto vegetale all'interno del contesto denso, generatore di un'estetica paesaggistica, capace di fornire qualità urbana e l'attenzione ai cromatismi, che naturalmente appartengono alla vegetazione,



nel rispetto quindi della biodiversità urbana, sono i caratteri principali. Un altro aspetto importante è la concezione dell'insieme delle funzioni all'interno di uno stesso quartiere, che contribuisce alla vivibilità dello stesso, ma anche alla formazione di associazioni di quartiere che implementano la qualità sociale nei luoghi.



145

Fig.4 Immagini di alcune tipologie edilizie nel quartiere Vauban a Friburgo

Fig.5 Immagini delle tecnologie solari ed impiantistiche nelle abitazioni nel quartiere Vauban a Friburgo



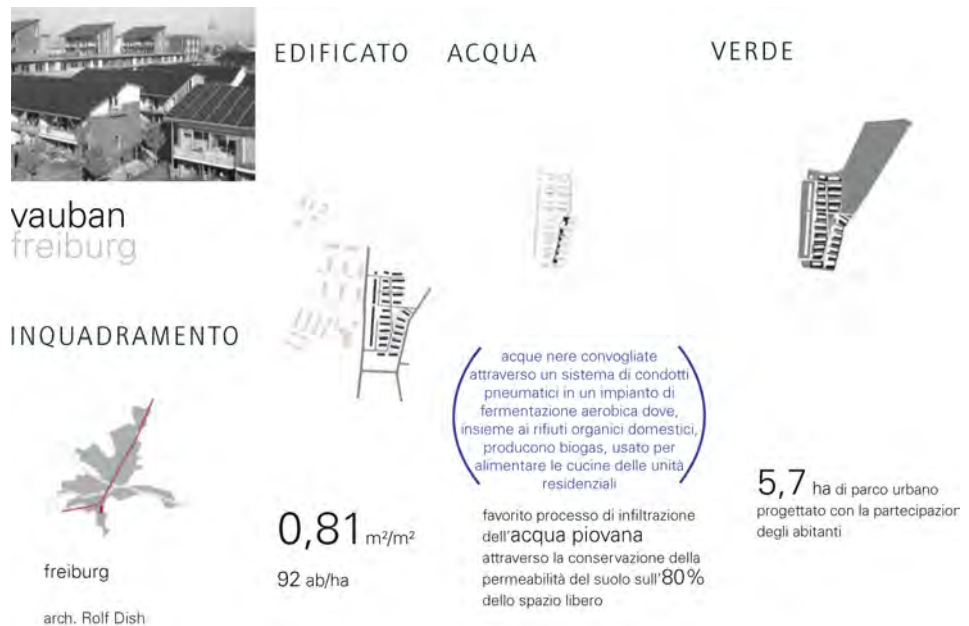


Fig.6 La mobilità elettrica a Vauban

Fig.7 L'asse centrale del quartiere Vauban

Fig.8 Immagini di alcuni edifici nel quartiere Vauban





147

Un altro caso emblematico e significativo di questi anni è il quartiere di Rieselfeld, che, situato nella zona ovest di Friburgo con circa 4200 abitazioni e circa diecimila cittadini, è uno dei più grandi progetti di sviluppo urbano della regione Baden-Württemberg.

Il concetto edilizio si è sviluppato in seguito ad un concorso di pianificazione urbana e paesaggistica, attuato con la collaborazione della municipalità della città di Stoccarda. Il punto di partenza per l'attuazione del progetto è stato il finanziamento avvenuto tramite la vendita degli appezzamenti cittadini, attraverso una particolare forma di autofinanziamento. Questo ha determinato che il progetto dipendesse in larga misura dal successo di mercato, sia dal punto di vista della estensione spaziale, sia dal punto di vista della successione temporale.

I pilastri su cui si è fondata la strategia di progetto del quartiere sono i seguenti: la costruzione di un quartiere urbano ad alta densità, formato prevalentemente da abitazioni di cinque piani al massimo; la costruzione cosiddetta flessibile, con la possibilità di apportarvi modificazioni continuamente (quattro parti del progetto sono state realizzate a distanza di due anni secondo il principio della "pianificazione adattabile"); il superamento delle divisioni tra i luoghi di lavoro e le abitazioni, attraverso la combinazione di edifici misti e commerciali, che hanno

Fig.9 Schema riassuntivo del funzionamento del quartiere Vauban a Friburgo

consentito anche la creazione di nuovi posti di lavoro; l'introduzione di una diversità architettonica sulla base dei progetti di lottizzazione e di una diversità di tipologie abitative proposte, per attrarre l'interesse di più abitanti; il cambiamento del sistema dei trasporti, attraverso la promozione del sistema pubblico e la riduzione della velocità di percorrenza, per consentire la viabilità pedonale e ciclabile; l'orientamento verso finalità ecologiche, quali le costruzioni a basso consumo energetico, l'accoppiamento energia-riscaldamento, l'utilizzo dell'energia solare e delle acque piovane, e la rivitalizzazione dei vuoti cittadini, tramite anche un progetto educativo per gli abitanti; infine, l'introduzione di spazi comuni negli agglomerati urbani per un miglioramento qualitativo della zona abitata circostante. Un elemento essenziale del progetto è l'asse tranviaria nel viale centrale, che risulta essere quasi la colonna portante del quartiere. A nord di questo asse è situato il parco di Grunkeil, progettato per il tempo libero. Nel viale principale sono presenti blocchi abitativi, tutti da 70 a 130 metri di lunghezza, e la densità diminuisce verso le zone più esterne.

148



Fig.10 Foto aerea del quartiere Riesenfeld a Friburgo

Al pianterreno delle "stecche" sono stati realizzati gli ambienti per le attività commerciali, e questa parte del progetto è stata considerata la sfida maggiore. Nella terza e quarta zona di costruzione, invece, si trovano villette a schiera più grandi rispetto alle unità abitative originarie, e sono anche state incluse abitazioni bifamiliari, per fronteggiare l'aumento di popolazione.

L'alta densità prevista dal progetto viene compensata da un'adeguata larghezza delle strade e da diverse piazze e aree verdi tra gli isolati. Il progetto si è interessato anche della parte prettamente economica, in quanto, poiché gli isolati sono stati divisi in piccoli lotti, è stato possibile venderli a più acquirenti; e anche la scelta di avere una svariata diversità architettonica, negli stessi isolati, ha avuto il suo ruolo essenziale nelle manovre di mercato. La struttura sopracitata ha richiesto un sistema stradale ortogonale, che sta alla base dell'organizzazione del sistema dei trasporti: l'idea della precedenza per i mezzi pubblici, per i pedoni e per i ciclisti è il primo pilastro della strategia; così come la circolazione completamente elettrica con tre fermate, per una facile accessibilità a tutti gli abitanti. Di grande importanza sono stati gli obiettivi ecologici del progetto; infatti, lo schema energetico di partenza è caratterizzato dalla ricerca dell'orientamento "solare" e dal calcolo della distanza, con l'utilizzo di costruzioni a basso consumo energetico (65 kWh/mq annuali). Nel processo di apprendimento degli ultimi anni l'amministrazione, assieme agli architetti, agli ingegneri e ai costruttori, ha imparato ad apprezzare il principio di "comunicazione" anziché "sanzione" (che, fra l'altro, vige anche fuori dai confini del quartiere), ovvero si sta procedendo alla connessione, di tutte le strutture, all'unica centrale di riscaldamento di Weingarten, che funziona con le energie rinnovabili, e a mettere, quindi, in rete la nuova energia prodotta.

Lo schema idraulico prevede l'utilizzo delle acque in superficie ed il completo riciclaggio nella parte ovest del quartiere, diventata appunto riserva naturale, dopo un processo di purificazione biologica. Nella strategia è presente anche lo schema del suolo, che tenta di limitare la sigillatura del terreno, e di rimuovere le parti di suolo che risultano inquinate; accanto a questo, è stato redatto anche lo schema del verde pubblico, ancora in fase di attuazione, nel quale tutte le aree verdi saranno connesse in rete con la riserva naturale, e fra loro, al fine di consentire anche nello spazio aperto l'utilizzo delle fonti rinnovabili.

La realizzazione graduale del progetto è stata accompagnata da una partecipazione dei cittadini senza precedenti, in quanto da subito la municipalità di Friburgo si è interessata alla costruzione di quelle infrastrutture pubbliche, che consentono la vivibilità di un quartiere, quali le scuole, le aree ricreative, le aree sportive e così via. I primi abitanti ad aver deciso di andare a vivere a Rieselfeld risalgono al 1993, e ancora nel 2011 si stanno costruendo abitazioni nuove, secondo la stessa filosofia, in quanto questo eco-quartiere costituisce un'importante svolta sostenibile per la città di Friburgo.

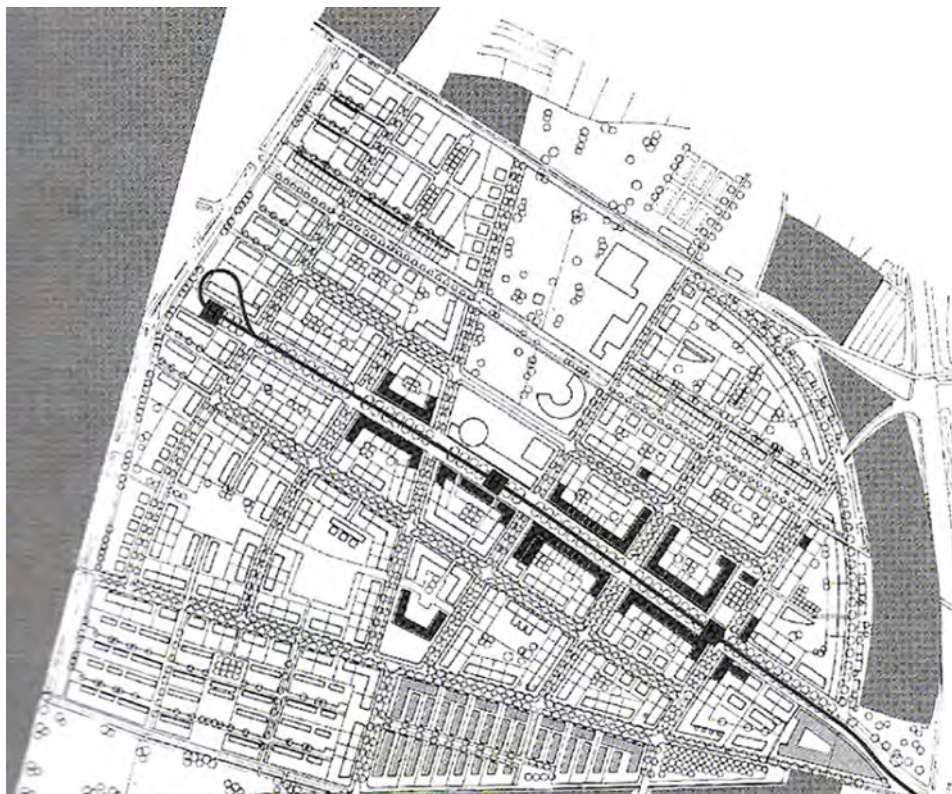


A sud del centro storico di Friburgo è in fase di realizzazione il quarto eco-quartiere solare: il quartiere "Am Schlierberg" dell'architetto Rolf Disch. Il quartiere comprende la realizzazione di 50 case a schiera immerse nel verde (di cui 47 già realizzate), che producono più energia rispetto a quella richiesta dagli abitanti. Questo perché le falde dei tetti sono completamente esposte a sud e costruite con i pannelli fotovoltaici, in questo modo è possibile che ogni casa produca energia elettrica, e i proprietari possano diventare anche venditori della stessa, in quanto viene, appunto, prodotta in eccesso. L'impianto di ventilazione di queste case è molto efficiente, in quanto consente di riscaldare l'aria fredda invernale con la temperatura calda dell'aria esausta.

Al riscaldamento contribuisce anche il sole che in inverno penetra dalle finestre esposte a sud, mentre d'estate, il tetto solare e i balconi ombreggiano le finestre, pertanto le temperature risultano sempre in un intervallo gradevole.

Fig.11 Immagini della mobilità e del rapporto tra gli edifici ecosostenibili e lo spazio aperto nel quartiere Rieselfeld a Friburgo





151

Il sistema costruttivo delle case consiste in telai di legno e in elementi di tamponatura sempre in legno, con uno strato di isolamento termico esternamente rivestito con doghe in legno. I balconi delle abitazioni sono costruiti invece in metallo, come elementi indipendenti, per evitare la creazione di ponti termici. Il design e i materiali locali sono le peculiarità di questo quartiere, in quanto contribuiscono alla realizzazione di qualità urbana, non solo energetica ma anche estetica.

Fig.12 Pianta dell'architetto Rolf Dish per il quartiere Am Schlierberg a Friburgo

Fig.13 Tipologie edilizie nel quartiere Am Schlierberg a Friburgo



Accanto agli eco-quartieri la strategia ecologica di Friburgo si è concentrata anche sulla realizzazione di episodi sparsi nella città, che, assieme ai quartieri sopraccitati, la rendono la "Città Solare d'Europa". L'edificio Sonnenschiff all'ingresso del quartiere di Vauban, ne è un esempio: è un edificio lungo 125 metri, progettato dall'architetto Rolf Disch, nel quale otto case unifamiliari, definite dall'architetto "plusenergie", a due piani, sono poste sopra la copertura, con tetti solari a spiovente.

152 Un corpo vetrato continuo protegge le case e i giardini retrostanti dal vento e dal rumore, e le vaste superfici trasparenti creano all'interno spazi molto luminosi. La mancanza dell'orientamento verso sud è stata compensata dalla compattezza dell'intero volume, dalla elevata coibentazione dell'involucro esterno, dal sistema di ventilazione decentralizzato con un ottimo recupero di calore, e dall'uso passivo di energia solare, per la posa di vetri termici a tre strati. L'aspetto più importante è che l'energia elettrica in avanzo prodotta dall'edificio alimenta la rete pubblica locale. Un altro esempio è rappresentato dal Solar Fabrik, che costituisce il primo impianto produttivo di moduli solari senza emissioni di CO<sub>2</sub> nell'atmosfera. L'edificio è rivolto a sud e la facciata vetrata leggermente inclinata è in grado di sfruttare lo scarso soleggiamento invernale, per il riscaldamento solare passivo. I moduli integrati in facciata proteggono invece dal sole nelle stagioni calde. Un impianto di cogenerazione che produce calore ed elettricità, è alimentato con olio di colza prodotto localmente e fornisce energia supplementare, in particolare nei mesi invernali.

Infine, è opportuno citare la presenza nella città dell'Hotel Victoria, un albergo ad emissioni zero, nato dal recupero e dall'ampliamento di un edificio ottocentesco. Gli aspetti che vengono opportunamente caratterizzati dalla tecnologia bioclimatica sono: l'energia termica, in quanto il calore prodotto viene alimentato da biomassa (pellet), e da una batteria di collettori solari collocati nella copertura, e l'energia elettrica, per la quale è stato costruito nel tetto un impianto fotovoltaico. Per quanto concerne l'acqua e i pasti sono prodotti localmente, in modo da contribuire all'economia della città. Anche per questo motivo l'albergo è stato oggetto di molti riconoscimenti dall'Unione Europea, attribuiti per le sue caratteristiche sostenibili.





153

Fig.14 Immagini del Sonnenschiff all'ingresso del quartiere Vauban a Friburgo

Fig.15 Immagini del Solar Fabrik a Friburgo

Fig.16 Edificio ad emissione zero nel quartiere Riesenfeld a Friburgo



## 5.2 La Svezia: Malmo e Stoccolma

La Svezia è uno stato Europeo molto interessante per le politiche sostenibili intraprese, ed è per questo che si è deciso di trattare i casi di due città, Malmo e Stoccolma, anche per comprendere come si costruisce ed instaura un rapporto diretto fra riqualificazione energetica della città e mare, e quindi sfruttamento dell'energia prodotta dall'acqua.

**Malmo.** L'idea di realizzare un quartiere ecosostenibile nella città di Malmo è nata nel 2001, quando il governo svedese ha elaborato un piano ventennale che prevedeva di stanziare fondi per il recupero di ex zone industriali e dei cantieri navali. Il carattere cantieristico della città di Malmo (grandi edifici industriali e quartieri dormitorio) è stata la ragione per la quale si è intrapresa e sviluppata una strategia ecologica, che ha modificato sia l'aspetto sociologico della città (a rischio di spopolamento), sia l'aspetto morfologico della stessa (per una migliore qualità spaziale).

E' nato così nel 2001 il progetto, con successiva attuazione dell'eco-quartiere Bo01. L'obiettivo del quartiere sperimentale della città di Malmo è stato quello di sviluppare una città del futuro basata sulla rivalutazione del capitale naturale e sulla costruzione di una società, nella quale la comunità è al centro delle scelte e stimola i soggetti per l'innalzamento della qualità ambientale, sociale e fisica.



Fig.17 Foto aerea del quartiere Bo01 di Malmo

Il quartiere è stato scelto dalla Comunità Europea, come uno dei migliori esempi per l'applicazione e l'utilizzo dell'energia rinnovabile in Europa. Su un'area portuale di trenta ettari, che si affaccia sulla città di Copenhagen, di fronte al ponte Oresund, si articola il programma, che include: la costruzione del quartiere Bo01, la City of Tomorrow, che comprende 800 appartamenti, parchi ed infrastrutture pubbliche, e l'esposizione sull'edilizia sostenibile e sulla società dell'informazione, ospitata da circa dieci stand temporanei.

I temi affrontati per la formulazione della strategia da parte della municipalità della città, insieme alle società delle autorità svedesi, si possono riassumere in: sostenibilità ambientale degli interventi e rivalutazione del capitale naturale, rivalutazione del capitale sociale e costruzione di una "società intelligente". Partendo da considerazioni che riguardano l'aumento della popolazione, la sempre più rapida urbanizzazione e le esternalità prodotte, non solo sull'ambiente ma anche sull'uomo, diventa importante lo sviluppo di nuovi parametri per la costruzione dell'abitazione o, in scala maggiore, della città. Questo è stato uno dei presupposti di partenza per la realizzazione del quartiere. Il tema centrale è l'efficienza energetica, infatti il quartiere utilizza al 100% energia da fonti rinnovabili, quali il vento, il sole e l'acqua. Il sistema energetico è stato pensato per rispondere ad alcuni obiettivi: l'abbattimento delle emissioni dei gas serra, dettato dal Protocollo di Kyoto, con l'utilizzo di fonti energetiche rinnovabili e tecnologie bioclimatiche; il soddisfacimento del totale bisogno di energia della popolazione locale; e la creazione del comfort abitativo.

155

Per il raggiungimento degli obiettivi sono state stabilite alcune regole di base, che trovano risposta, in sintesi, nell'utilizzo dei pannelli solari per il condizionamento dell'aria ed il riscaldamento dell'acqua, nell'utilizzo dell'energia del vento proveniente dalla vicina macchina eolica, nell'utilizzo delle celle fotovoltaiche per la produzione di elettricità, nell'utilizzo del calore prodotto dal mare, e nel recupero di gas da biomassa.

La circolazione e la conoscenza a livello globale e all'interno del quartiere, è stata assicurata da un sistema tecnologico di comunicazione che lo attraversa: i residenti possono, ad esempio, utilizzare internet per tutte le faccende di ordinaria amministrazione, tra cui anche controllare l'efficienza degli elettrodomestici in casa, e possono godere delle

automobili elettriche offerte dal Comune, che vengono considerate patrimonio della comunità.

Il quartiere è diventato il più grande intervento urbano svedese dove viene utilizzata l'energia solare; il sistema energetico e quello degli scarichi lavorano insieme attraverso il recupero e la generazione di energia da biogas, e i bacini sotterranei immagazzinano aria calda e fredda che viene utilizzata nelle abitazioni. Per monitorare il "bilancio energetico" viene utilizzato un sistema di IT ad hoc per ogni abitazione, così da informare ogni cittadino sul consumo energetico unitario e di tutto il quartiere. Questo sistema informativo ha l'obiettivo di sensibilizzare gli abitanti e di indirizzare i loro consumi verso un uso più sostenibile delle risorse a disposizione. Il riscaldamento degli edifici è fornito dal calore estratto dal mare, dalle sorgenti sotterranee e dai pannelli solari. Per compensare la differenza tra la produzione ed il consumo di energia, il sistema energetico del quartiere è connesso a quello cittadino, che viene utilizzato come un accumulatore ed una riserva di capacità di energia. La centrale eolica di Malmo produce più di sei milioni di kWh l'anno, ovvero l'energia sufficiente per 200 appartamenti, pertanto l'energia eolica fornisce circa il 99% dell'energia per il quartiere Bo01.

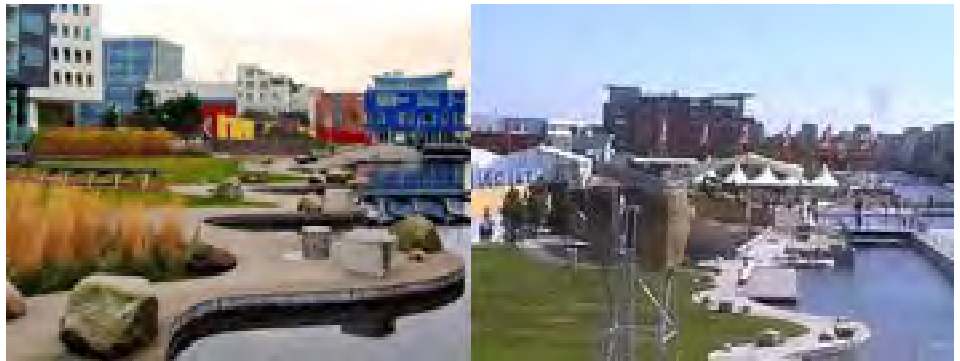
Inoltre, nell'area sono presenti le riserve naturali di acqua nella roccia, che possono essere utilizzate come depositi per l'acqua calda di inverno e per l'acqua fredda d'estate. Sono stati ricavati dieci pozzi ad una profondità di 90 metri, e in asse con questi in profondità sono stati ricavati cinque bacini per l'acqua calda. Il quartiere è dotato inoltre di 1400 mq di pannelli solari distribuiti fra gli edifici, che generano il 15% del calore utilizzato e necessario per l'area.

Solo in un edificio è stato posizionato, invece, un impianto fotovoltaico, che soddisfa il proprio fabbisogno di elettricità. Per quanto riguarda il progetto di insieme, il layout della nuova area urbana ha una media densità, con edifici bassi, fatta eccezione per la torre di 45 piani, progettata da Santiago Calatrava. La tipologia delle case varia: case isolate, case a schiera e alcuni blocchi di appartamenti. Solamente le case lungo la banchina sono più alte, in modo da riparare il quartiere dal forte vento proveniente da ovest.

La scelta dei materiali per la costruzione degli edifici parte dall'idea dell'autosufficienza energetica, per arrivare al riciclo ed al riuso dei materiali o di parti dell'edificio alla fine del ciclo di vita.



La scelta dei materiali è nata dai concorsi tecnologici indetti dall'amministrazione di Stoccolma, in modo che venissero scelti i materiali tecnologicamente performanti, ma anche economici e con un processo di messa in opera sostenibile in tutte le sue accezioni. La costruzione del paesaggio del quartiere ha come paradigma principale la biodiversità e il riutilizzo delle acque; l'obiettivo è quello di far crescere la vegetazione locale e di rinforzare lo sviluppo della fauna acquatica. Il programma ha previsto dieci "azioni verdi" che tutti i promotori attuano sia nelle parti pubbliche che nei giardini privati delle abitazioni. La creazione, appunto, di spazi verdi è stato uno dei punti cardine e di unione dei diversi progetti attuati, tanto che il Bo01 è stato definito una delle esperienze maggiormente innovative a livello di eco tecnologia applicata. L'approccio della città di Malmo, per l'ecoquartiere, risulta, infine, favorevole all'utilizzo del verde sia in copertura, sia nell'involucro degli edifici, sia nello spazio pubblico.



157

Fig.18 Immagini relative all'utilizzo dell'acqua e del colore nello spazio pubblico nel quartiere Bo01 di Malmo

Fig.19 Immagini dell'edificio alto dell'architetto S. Calatrava e delle abitazioni tipo nel quartiere Bo01 a Malmo





bo01  
malmö  
INQUADRAMENTO



**Stoccolma.** Nella capitale svedese, dal 1997 esiste un quartiere completamente ad impatto zero: Hammarby Sjostad, dove Sjostad significa, appunto, acqua, in quanto è proprio l'acqua la fonte di energia rinnovabile primaria per questo quartiere. Pur non essendo ancora stato completato (si prevede un completamento per il 2019), è già popolato da ventimila residenti, che godono di uno stile di vita totalmente "green", basato su un ciclo ecologico innovativo: l'obiettivo è quello di ridurre del 50% l'impatto ambientale del quartiere, rispetto alla nascita delle recenti costruzioni degli anni '90 nella città di Stoccolma.

Hammarby Sjostad è un esempio di città "sostenibile" realizzata con un approccio "olistico", basato sull'integrazione di strategie ambientali alla scala urbana. Il quartiere è composto da circa 11000 alloggi. Il modello progettuale, noto appunto come modello "Hammarby" è stato sperimentato a supporto di una progettazione urbana che ha integrato, in una chiave "energetica" le varie componenti sistemiche in gioco: mobilità, verde, residenze e servizi. Il quartiere circonda l'omonimo lago e si trova a 5 km a sud del centro storico, e sulla riva nord si affacciano i tessuti urbani tardo ottocenteschi, e a sud e ad est il quartiere è limitato dai grandi boschi e dalle riserve naturali.

Fig.20 Schema riassuntivo del sistema di funzionamento del quartiere Bo01 di Malmö



<sup>4</sup> Queste società sono molto presenti nella città di Stoccolma, in quanto gestiscono gran parte degli alloggi

Pur essendo stato, fino al 1920, un luogo di residenza di campagna di agiate famiglie locali, è stato poi annesso alla Municipalità di Stoccolma, per essere convertito in zona produttiva. Ma nel 1990, per far fronte all'aumento demografico, è stato necessario renderlo nuovamente una Zona Residenziale di Espansione. Un evento che condizionò la modifica e la trasformazione del quartiere fu anche la candidatura della città alle Olimpiadi del 2004, e la scelta di ridurre i consumi di energia a favore dell'ambiente. Negli anni 1995-96 l'ufficio Urban Planning di Stoccolma elaborò un primo masterplan dell'area, nel quale si prevedeva di demolire le costruzioni industriali in lamiera e di trasferire altrove tutte le attività artigianali; inoltre, si pensava di mantenere solo gli edifici storici industriali, in alcuni mantenendo l'attività produttiva ed in altri introducendo altri servizi per la popolazione. Quattro tipologie di soggetti, che si sono assicurati la costruzione di circa il 25% delle abitazioni, hanno partecipato alla realizzazione degli alloggi nel quartiere: cooperative di quartiere, grandi compagnie private, società di sviluppo immobiliare pubbliche/private<sup>4</sup> e imprese private di dimensioni ridotte. Anche le compagnie erogatrici dei servizi a rete sono state coinvolte dalle prime fasi di realizzazione, per l'elaborazione di un modello, appunto, ecosostenibile.

159

Il piano generale del quartiere viene attuato per parti, chiamate "unità minime di intervento" finite ed autosufficienti, per le quali è stato articolato un Quality Program, in cui vengono definiti ed accettati i caratteri urbani ed architettonici.



Fig.21 Foto aerea e pianta riassuntiva di progetto del quartiere Hammarby Sjöstad di Stoccolma

Una particolare attenzione viene dedicata alla conformazione urbana, ai fronti edificati su parti pubbliche o private, alla progettazione degli spazi pubblici, dei giardini e delle strade. In questi programmi il grado di dettaglio si spinge fino alla definizione degli elementi architettonici, del colore delle facciate, dell'arredo urbano, dell'illuminazione pubblica e delle installazioni artistiche.

Il masterplan del quartiere prevede una riproposizione della struttura ottocentesca di Stoccolma, che si concretizza in un tessuto costruito per lo più da isolati a corte aperta, che consentono la continuità dello spazio urbano e del sistema del verde. Un grande viale di attraversamento costituisce l'asse baricentrico del quartiere, sul quale scorrono le linee del tram e dei bus. Per consentire un mix di funzioni, la densità abitativa e la volumetria dell'insediamento sono state aumentate rispetto agli standard vigenti per i nuovi quartieri. Nella fase di progettazione la densità ha provocato sia vantaggi che problemi: qualche aspetto critico è stato rilevato per il soleggiamento degli edifici, e per la rumorosità dei mezzi pubblici; per questo sono state realizzate finestre più grandi rispetto al normale e con un coefficiente di trasmittanza inferiore alla normativa, e le residenze, laddove l'inquinamento acustico costituiva un problema, sono state collocate ai piani alti<sup>5</sup>. Le case sono costruite con le tecniche di bioedilizia più moderne, che consentono un risultato efficiente dal punto di vista energetico.

La notevole consistenza dell'insediamento ha giustificato, agli attori pubblici e privati, l'investimento in sistemi innovativi a rete per il riciclo dei rifiuti e il riutilizzo dell'acqua, in un sistema decentralizzato di distribuzione dell'energia termica. E' stato quindi elaborato un modello concettuale energetico delle risorse, acqua- energia- rifiuti. Tale modello considera l'insediamento come una sorta di ecosistema in cui le varie componenti di scarto sono reinserite in un ciclo virtuoso, che consente che niente vada perduto, e sia invece utilizzato per il quartiere: le acque utilizzate in uscita dagli edifici vengono inviate ad una centrale di trattamento presente sulla collina che fronteggia il quartiere, da cui vengono estratti il biogas, riutilizzabile nelle cucine e nei veicoli, i componenti organici, utilizzati come fertilizzanti o per la produzione di biofuel da inviare alla centrale di produzione di energia termica ed elettrica, e acqua pulita e calda per gli impianti di teleriscaldamento. I rifiuti solidi urbani sono trattati secondo un sistema alternativo: la raccolta è

<sup>5</sup> I dettagli del masterplan per Hammarby Sjostad sono stati raccolti dagli articoli sui quartieri sostenibili, sulla rivista *Urbanistica* n. 141, edita nel 2010

<sup>6</sup> Il trattamento delle acque reflue soddisfa il 34% del fabbisogno energetico del teleriscaldamento, un ulteriore 47% è garantito dalla parte di RSU non utilizzabili

articolata in zone, e parte del sistema è costituito da una rete di tubazioni pneumatiche interrati che collegano le corti degli edifici al centro di raccolta differenziata interno al quartiere; la parte riutilizzabile viene così spedita al centro di riciclaggio, invece la parte non utilizzabile viene inviata al termovalorizzatore per la produzione di energia elettrica e termica<sup>6</sup>. Nel quartiere la continuità biologica è mantenuta mediante diverse strategie: il recupero delle zone umide come habitat per la flora e la fauna autoctona, e la realizzazione di una rete di corridoi verdi e canali per la raccolta delle acque meteoriche che attraversano gli spazi pubblici e privati del quartiere collegando le aree boscate dell'ambiente umido del lago.

Un importante strumento è costituito dal servizio informativo al pubblico nella prestigiosa "Glashuset", un edificio in vetro dal design innovativo che rappresenta il Landmark del quartiere, dove alcuni addetti specializzati nella comunicazione forniscono tutte le informazioni agli abitanti sui corretti metodi di utilizzo dell'energia. Anche la mobilità è studiata ad "impatto zero", in quanto è basata su un sistema di trasporto pubblico veloce, combinato con le *car pooling* (le auto di gruppo) e le biciclette, in modo da ridurre l'uso privato delle automobili.

161

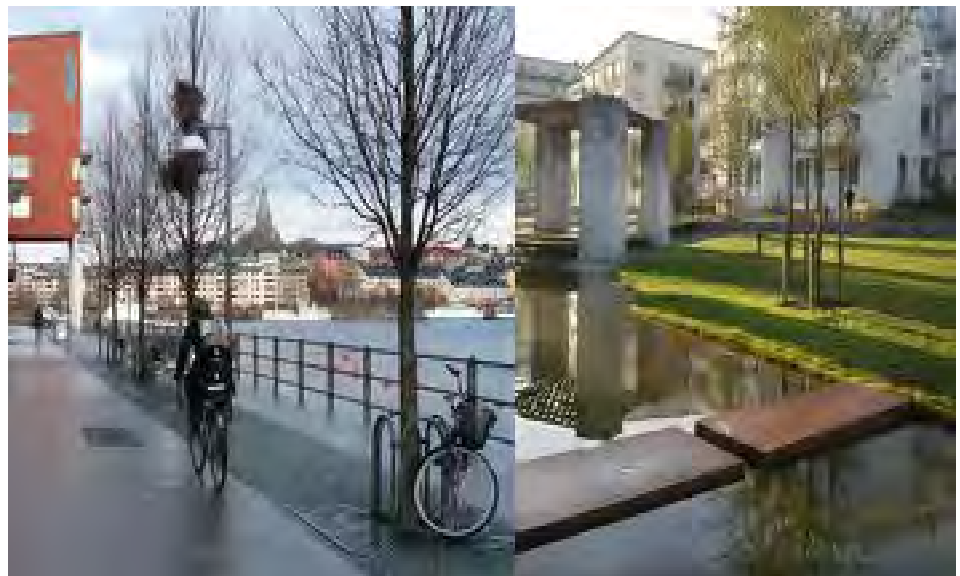
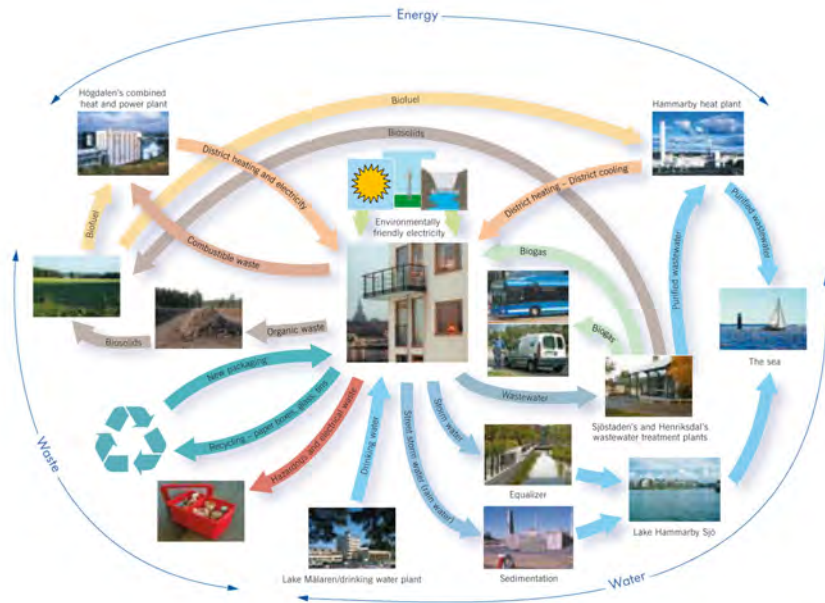


Fig.22 Immagini dello spazio pubblico nel quartiere Hammarby Sjöstad a Stoccolma



<sup>7</sup> La descrizione del sistema a rete è stata tratta dal Giornale dello IUAV, Venezia, edito nel corso dei seminari del corso di "Teorie, tecniche e prestazioni ambientali del progetto urbanistico contemporaneo" nell'anno accademico 2008/2009. L'articolo scelto è Dotto S., "Qualità urbana e quartieri sostenibili Hammarby Sjostad", Stoccolma, Svezia



Le potenzialità di questo progetto derivano dalla città stessa, in quanto trattandosi di una città compatta, il modo più semplice per utilizzare le infrastrutture e le fonti rinnovabili è stato utilizzare un sistema a rete sotto ogni profilo. La prima rete è quella, appunto, della mobilità; la seconda è la realizzazione del sistema di teleriscaldamento; infine, la terza è la rete di raccolta e di riciclaggio dei rifiuti solidi urbani, che consente il coinvolgimento attivo della comunità. Anche dal punto di vista architettonico e funzionale la rete si esplica attraverso il sistema capillare diffuso dei servizi locali, produttivi, e delle strutture pubbliche<sup>7</sup>.

Fig.23 Schema esplicativo del modello Hammarby, esempio di ecosostenibilità per tutti i quartieri europei

Fig.24 Immagini di alcuni edifici nell'ecoquartiere quartiere di Stoccolma

<sup>8</sup> Le informazioni sono tratte dal documento "A New Energy Model for Spain", redatto da M.C. Collé, membro del Comitato per lo Sviluppo Sostenibile della Catalogna; R. Fuentes Bracamontes, professore della London School of Economy; X. Garcia Casals, dottore in Ingegneria Aeronautica; L. Lázaro Touza, professoressa della London School of Economy; A. Makhijani, presidente dell'Istituto delle Energie Rinnovabili; J.L. Manzano Seco, Ingegnere Industriale; J. Rifkin, economista di fama mondiale; V. Ruiz Hernandez, professore di Termodinamica all'Università di Siviglia; H. Willstedt Mesa, esperto in Energia e Cambiamenti Climatici

### 5.3 Il nuovo modello energetico spagnolo

La Spagna, come la maggior parte delle Regioni europee, deve fare i conti con il problema del cambiamento climatico e con gli obiettivi dettati dall'Unione Europea, e, nella consapevolezza che tutte le decisioni che vengono prese in questa fase di transizione saranno determinanti per il futuro del genere umano, ha elaborato un programma "energetico" che porta la Regione ad essere all'avanguardia nello sviluppo delle tecnologie, per un ambiente futuro sostenibile, dal punto di vista della qualità ambientale, economica e spaziale<sup>8</sup>. L'obiettivo che si propone è quello di rendere il territorio completamente indipendente dalle fonti fossili e dall'energia nucleare entro il 2050, per soddisfare la totale domanda di energia con le fonti rinnovabili.

Entrando nello specifico del programma previsto per la Spagna, esso prevede che il punto di partenza sia l'utilizzo delle FER per un nuovo settore industriale rinnovabile, capace di diventare la nuova "macchina" verso la sostenibilità, in grado di creare posti di lavoro, e di incentivare il miglioramento della salute, basato sull'utilizzo dei pannelli solari, delle pale eoliche, delle eco-celle ecc. I luoghi "nuovi" giocheranno un ruolo essenziale nella sfida proposta, in quanto l'accesso all'elettricità, l'utilizzo dei nuovi sistemi elettrici e, in certi casi, l'indipendenza elettrica, sono i pilastri strategici per il funzionamento del nuovo sistema energetico nazionale. Il modello strategico si fonda sulla combinazione ed interazione di tre vettori fondamentali: scienza, innovazione e tecnologia, attraverso cui si dà una risposta alla continua domanda di energia, alla crescita economica, e alla protezione ambientale.

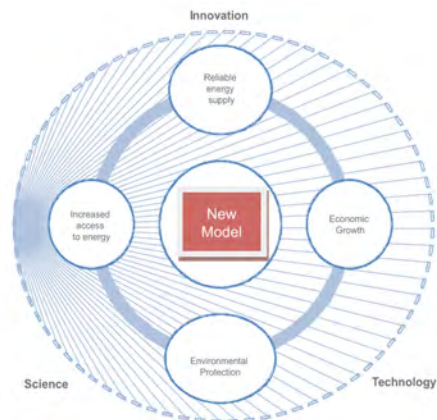


Fig.25 Schema del nuovo modello energetico proposto per la Spagna



I pilastri della strategia si possono riassumere in alcuni punti fondamentali:

- Gli utenti privati, e i consumatori industriali e commerciali, così come i servizi pubblici, devono implementare la loro importanza e il ruolo centrale che hanno in questa nuova sfida;
- I requisiti per una nuova gestione da parte dei cittadini della vita quotidiana si fondano sulle energie rinnovabili e naturali, per l'illuminazione naturale, per i trasporti, per il riscaldamento e raffrescamento naturale e per l'approvvigionamento alimentare efficiente. Ad esempio un'alta percentuale della luce solare durante il giorno può essere usata per l'illuminazione degli edifici ben progettati;
- Le costruzioni "intelligenti" (bioclimatiche ed energeticamente efficienti) devono massimizzare l'uso passivo delle risorse;
- L'utilizzo dell'energia ad intermittenza deve diventare maggiormente efficiente (ad esempio, gli autori propongono un caso semplice, ovvero quando nella vita domestica la televisione è spenta è necessario staccarla dalla corrente);
- Produrre nel luogo dove si vive l'energia necessaria alla realtà locale, contribuendo all'energia generale del sistema attraverso una tecnologia a rete;
- Un nuovo modello della mobilità deve includere migliori abitudini negli spostamenti e promuovere lo sviluppo tecnologico e della rete, per eliminare gradualmente la dipendenza dalle fonti fossili e la corrispondente emissione di gas serra;
- Le associazioni locali, le industrie, le fattorie, l'agricoltura locale, diventano il motore del nuovo sistema economico e culturale;
- Le abitudini degli utenti devono essere modificate gradualmente, ma devono adattarsi al corso naturale che le fonti di energia rinnovabile portano all'interno della città.

Inoltre, a questi pilastri sopracitati, vanno aggiunte alcune considerazioni, in quanto il nuovo modello mira anche alla sostituzione graduale delle grandi centrali elettriche e ad uranio, con nuove strutture di scala decisamente inferiore e localizzate geograficamente in posizioni differenti, in linea con i progressi tecnologici e le esigenze dei sistemi di generazione distribuita, utili allo sfruttamento delle fonti rinnovabili.

Interessante è anche la possibilità di studio non solo dell'efficienza



<sup>9</sup> Studio proposto da Greenpeace per il progetto 100% rinnovabili entro il 2050 in collaborazione con EREC (European Renewable Energy Council)

energetica dei parchi fotovoltaici, dei pannelli solari, e delle turbine eoliche, ma anche il successivo adattamento al paesaggio e miglioramento estetico, grazie anche ai cambiamenti imposti nel sistema, tramite un' "educazione globale", volta alla ricerca e alla specializzazione di figure professionali in questo campo specifico.

Il modello proposto mira ad individuare tre scenari di partenza, che dipendono dalla domanda di energia, alta media o bassa, in cui l'energia viene prodotta da fonti rinnovabili, la cui peculiarità è la flessibilità, presente sia nello stesso concetto di generazione, che include una rapida risposta per l'utente, sia nelle tecnologie solari, per la intrinseca varietà e capacità di produzione, sia nell'affidabilità delle tecnologie che sfruttano l'acqua o le biomasse. Gli scenari si fondano sul concetto di *smart grids*, ovvero le infrastrutture elettriche che connettono impianti rinnovabili decentralizzati; a seconda dei bisogni delle utenze, la produzione elettrica di turbine eoliche, parchi solari e fotovoltaici, impianti a biomassa, viene monitorata e regolata utilizzando nuove tecnologie di gestione dei carichi elettrici da remoto in tempo reale. Per aumentare la stabilità del sistema elettrico delle *smart grids*, è utile accoppiarle alle *super grids*, che dal locale distribuiscono energia verso il globale<sup>9</sup>. Aumentare la quota di energia rinnovabile nel mix elettrico avrà un impatto sul funzionamento del sistema elettrico tradizionale, che è stato pensato per operare con pochi impianti centralizzati dalla capacità di generazione poco modulabile. Questi impianti sono comunemente utilizzati per produrre la potenza di "base" e non i "picchi". Le fonti rinnovabili presentano, come detto, una notevole flessibilità con una notevole diversificazione: per esempio il solare e l'eolico dipendono dalla "variabilità" naturale; pertanto portare le rinnovabili al 100% del mix energetico influirà sulla stabilità della rete, in quanto la potenza per la copertura di base, diventerà variabile. Le *smart grid* servono proprio a soddisfare la necessità di modificare la struttura del sistema elettrico: mediante l'integrazione di tecnologie informatiche e di telecomunicazione nella rete elettrica si può infatti controllare e gestire la produzione di turbine eoliche e parchi solari, attivare la capacità di stoccaggio dei serbatoi e modulare la domanda delle utenze elettriche. Sul lato della domanda sarà invece possibile influenzare la richiesta di energia di alcune utenze industriali e residenziali, operare collegando o scollegando in rete serbatoi di stoccaggio dell'energia prodotta (ad

esempio con il parco di automobili elettriche di una azienda), disporre l'attivazione di celle a combustibile per la produzione di idrogeno, o attivare pompe elettriche per ricaricare i serbatoi idroelettrici (misura già ampiamente utilizzata).

166

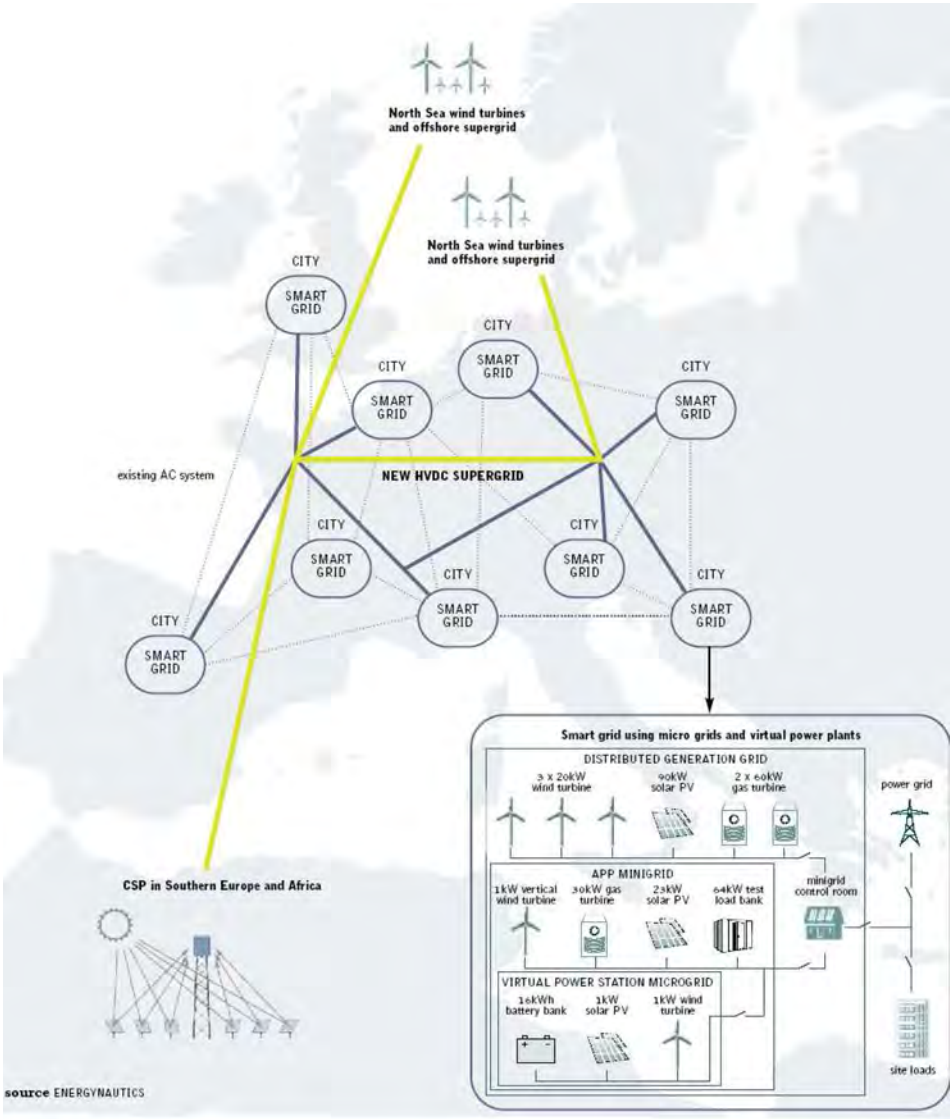


Fig.26 Schema del modello delle *smart grid* proposto da Green Peace

<sup>10</sup> Lo afferma lo studio Energia 3.0 condotto da Greenpeace Spagna in cui si dimostra come si possa ottenere dal sistema dei trasporti una riduzione del consumo dell'87%

Nel progetto spagnolo è presente lo studio per i calcoli degli investimenti che la Regione dovrà fare anche per le aree che hanno, ad esempio, totale mancanza di vento in alcune stagioni dell'anno, grazie alle previsioni meteo studiate negli ultimi trent'anni: in questo caso le *super grid* di connessione fra più stati europei giocheranno un ruolo peculiare.

All'interno del programma è presente anche uno studio accurato sul modello di "trasporto intelligente"<sup>10</sup>, tramite la combinazione di efficienza, intelligenza, elettrificazione e fornitura energetica basata sul 100% di energia rinnovabile. La strategia dei trasporti propone innanzitutto la riduzione della necessità di spostamento in automobile attraverso il telelavoro, e una pianificazione urbana efficiente e diversificata che permetta l'accessibilità ai pedoni e alle biciclette. In secondo luogo, propone la mobilità condivisa, con un trasporto pubblico fondato su veicoli elettrici, e l'intermodalità, tramite il miglioramento dei collegamenti con i mezzi pubblici. Infine il modello obbliga alla elettrificazione del sistema dei trasporti, con punti di ricarica localizzati nei garage dei palazzi, nei parcheggi o lungo le strade, e la costruzione di stazioni dove effettuare un cambio completo delle batterie; attraverso questo metodo, ovviamente gli utenti sono i protagonisti diretti della domanda di energia elettrica. La proposta per il nuovo sistema dei trasporti per la Spagna è volta a migliorare la salute, e più in generale la qualità della vita dei cittadini, rispettando l'ambiente e gli obiettivi genericamente descritti con il termine "sostenibilità". Nel breve termine è necessario ridurre il consumo di energia, derivante in particolare dal traffico stradale, tramite misure di pubblicizzazione dei trasporti con le nuove tecnologie di funzionamento. Nel lungo termine è necessario introdurre politiche che scoraggino il bisogno di avere un mezzo di trasporto, e gradualmente implementare le tecnologie basate sulle FER.

L'ultimo anello del processo di trasformazione energetica per la Spagna è la creazione di una politica energetica in grado di aumentare la disponibilità di posti di lavoro, diretti o indiretti (più o meno con la stessa percentuale), tramite l'utilizzo delle previsioni dei dati ISTAT spagnoli del 2008, che individuano in circa ottantamila posti di lavoro in più, il miglioramento grazie alla nuova proposta. Tramite questi dati è stata calcolata anche la spesa di transizione dal modello centralizzato delle fonti fossili, al modello decentralizzato delle fonti rinnovabili, che dovrebbe trovarsi nel range tra i cento milioni di euro e i trecento milioni

di euro, che risultano essere molto inferiori rispetto agli investimenti di un eventuale sistema fondato sul 100% di produzione di energia da fonti nucleari (primo interesse non solo della Spagna, ma di tutte le Regioni europee).

<sup>11</sup> Progettato dagli architetti Ugo Sasso, Aldo di Collalto e Valentino Andriolo nel 1993

#### **5.4 La realtà italiana: il Trentino Alto Adige, Milano e Torino**

In Italia la situazione, dal punto di vista degli esempi di interesse nel campo energetico, è molto confusionaria, vi sono però alcuni episodi urbani, prevalentemente nel nord del Paese, che, già operativi, o in via di attuazione, possono essere studiati ai fini di comprenderne la struttura, le strategie, la natura e l'effettivo funzionamento dal punto di vista bioclimatico. Si prendono in esame il Trentino Alto Adige, che è la regione italiana che per prima ha adottato nel 2002 politiche energetiche e ha intrapreso azioni di intervento verso la qualità energetica dei centri urbani, forse per la vicinanza geografica ed ideologica, nonché l'affinità climatica, agli stati europei che già dagli anni precedenti sfruttavano le potenzialità delle FER, come la Germania o l'Austria.

168

**Trentino Alto Adige.** Nella regione italiana del Trentino, con caratteristiche climatiche fortemente condizionate dalle precipitazioni nevose, il maggior problema energetico è sempre stato quello della riduzione dei consumi, derivanti, in percentuale maggiore, dal riscaldamento degli ambienti.

La Provincia di Bolzano è da sempre attenta i temi dell'eco sostenibilità e del risparmio energetico, già dal 1993, infatti, venne promosso un Ente pubblico, l'Istituto per l'Edilizia Agevolata, che si fece avanti con i primi episodi di edilizia residenziale bioecologica in Italia, costituite prevalentemente da abitazioni uni e bi familiari.

All'interno di queste realizzazioni vi fu anche il primo caso italiano di una visione realmente praticabile di bioarchitettura. Si tratta di un intervento residenziale e commerciale proprio nella città di Bolzano<sup>11</sup>, considerato un ottimo esempio di architettura sostenibile in Italia, per le misure adottate nella costruzione in favore della protezione dell'ambiente e della salute degli abitanti. Nell'intervento fin dal principio è stata prevista l'integrazione dell'elaborazione progettuale e dei principi ecologici fondamentali, che ha costituito una novità nel processo

progettuale abituale. L'edificio realizzato è compatto, formato da due blocchi ortogonali, definiti da masse aggregate che presentano altezze differenti; i blocchi sono allineati sui due fronti stradali che delimitano l'area, e si impostano su un piano interrato comune, destinato a garage e cantine. All'interno dell'isolato i corpi di fabbrica delimitano un giardino pensile comune, posto al di sopra del solaio di copertura del piano interrato. L'edificio e il giardino formano un organismo unitario in cui si articola la vita sociale.

I materiali utilizzati hanno proprietà fisico-chimiche tali da garantire un basso impatto sull'ambiente e gli impianti permettono risparmi energetici e di risorse. Inoltre, è stato realizzato un sistema di riutilizzo delle acque meteoriche per i giardini e una disposizione degli alloggi orientata per sfruttare al meglio l'illuminazione naturale e la ventilazione non meccanizzata. L'edificio in questione ha rappresentato il primo esempio, in cui un grande numero di obiettivi ecologici coerenti con le caratteristiche dell'intervento, trovano soluzioni compatibili con le risorse disponibili e con le modalità costruttive realisticamente applicabili, nell'ambito di quelle tecniche artigianali in grado di assicurare buoni livelli di qualità.

169



Fig.27 Planimetria del progetto del primo casi italiano di bioarchitettura a Bolzano

Dal 2002 la provincia di Bolzano, ancora con un nuovo primato in Italia, ha introdotto l'obbligo, nel proprio territorio, della certificazione energetica "CasaClima" con la finalità di raggiungere gli obiettivi stabiliti dalla Comunità Europea, sulla riduzione dei consumi e delle emissioni di anidride carbonica. Il progetto CasaClima è stato sviluppato con il preciso intento di promuovere una tipologia edile ad alta efficienza energetica e sostenibilità ambientale, tipologia che deve essere applicabile a qualsiasi tipo di edificio. Il termine CasaClima indica la categoria energetica in funzione delle prestazioni energetiche dell'edificio: un edificio CasaClima Oro, ad esempio, ha un indice termico inferiore ai 10 kWh/mq e consuma solo un litro di gasolio per metro quadro per anno.

Inoltre, la città sta avviando anche una politica di realizzazione di eco quartieri, tra cui il Quartiere Casanova. L'intervento è basato su un impianto urbanistico con otto corti residenziali per un totale di quasi mille alloggi, e una corte con funzione mista posta al centro del quartiere. Gli edifici sono caratterizzati dal tetto verde, murature spesse e ben isolate e superfici vetrate di dimensioni differenti a seconda dell'orientamento dei fronti. Al livello tecnico sono state effettuate alcune operazioni per la riduzione dei consumi di energia, quali il teleriscaldamento, le pompe di calore geotermiche, il riscaldamento e il raffrescamento con pannelli radianti, e un sistema di ventilazione controllata con recupero termico. Alla scala del quartiere il recupero ecologico è dato da scelte quali il recupero delle acque meteoriche, riutilizzate per l'irrigazione, la conservazione di ampie superfici verdi, e la formazione di una zona umida (il biotopo), lungo la ferrovia, capace di produrre effetti favorevoli sul microclima urbano.

170



Fig.28 Planimetria e visioni 3d del nuovo Quartiere Casanova a Bolzano



<sup>12</sup> Le notizie sull'eco quartiere di Bolzano sono state tratte dalla rivista L'industria delle costruzioni n. 398, Edilstampa, Roma 2011

<sup>13</sup> I dati quantitativi sono presi dall'articolo Marchiodi M., (2011), "Sul podio di green region grazie alle rinnovabili", inserto del quotidiano Sole 24 Ore, *Rapporti, sul Trentino Alto Adige*

La forma e l'orientamento delle corti, pensate con altezze decrescenti verso sud per evitare ombreggiamenti tra edifici, favoriscono il guadagno solare passivo, la protezione dai venti invernali e l'incanalamento dei venti estivi. La costruzione di un impianto solare termico centralizzato è stata utile anche per la realizzazione della barriera antirumore creata lungo la ferrovia, poiché è stato integrato ad essa. L'integrazione con il centro città è avvenuta, invece mediante percorsi ciclo-pedonali e linee pubbliche di trasporto, contribuendo così alla diminuzione di utilizzo dell'auto privata. Coinvolgendo anche la ferrovia, il progetto costituisce un'importante occasione per la cosiddetta "ferrovia metropolitana", posizionando nelle immediate vicinanze la nuova stazione, che costituisce una forte icona e uno snodo importante per la mobilità di tutta l'area<sup>12</sup>.

Alla grande scala, ugualmente si opera nella regione per la realizzazione di grandi impianti a basso consumo energetico. Un esempio importante è il campo fotovoltaico installato a Carano, in provincia di Trento, ben riuscito dal punto di vista dell'integrazione paesaggistica. L'impianto, che copre 15000 mq di superficie, si inserisce all'interno di un bosco di abeti e riqualifica un'area prima occupata da una cava di porfido. Aldilà del tornaconto economico, che prevede una restituzione dei costi in circa dieci anni di attività, l'operazione è riuscita da un punto di vista ambientale. La scelta del luogo ha permesso di utilizzare un'area storicamente caratterizzata da un paesaggio artificiale, in cui l'installazione di pannelli fotovoltaici non troppo alti non hanno alterato il paesaggio di abeti. Per quanto concerne le costruzioni di carattere edile, peraltro esigue, è stato utilizzato il materiale locale, come ad esempio il porfido della cava. I pannelli hanno la possibilità di essere regolati manualmente, per modificare l'esposizione e l'irraggiamento durante le stagioni, ed evitare gli sprechi di energia. Con diecimila Giga watt di energia prodotta il Trentino fornisce il 18% del totale nazionale, grazie anche la politica pubblica di gestione dei grandi impianti a larga scala, non solo fotovoltaici ma anche idrolettrici<sup>13</sup>.



**Milano.** Come città, Milano ha avuto sempre una particolare sensibilità verso i temi di interesse ambientale, anche perché si trova in una posizione geografica tale, per cui il “catino” che si forma tra le Alpi e gli Appennini di fatto impedisce il ricambio d’aria, favorendo il ristagno degli inquinanti e la nebbia, “inquinata” anch’essa, invernale. Per quanto riguarda la mobilità, pur avendo il miglior trasporto pubblico tra le città italiane, non ha mai ridotto il trasporto privato, pertanto si crea una doppia congestione nel sistema generale. Infine, un altro elemento influisce negativamente sui fattori ambientali, ovvero il fiume Lambro, che scorre nella periferia della città e, per anni, è stato il collettore degli scarichi sia industriali, sia urbani (solo dal 2006 si è avviata una politica di depurazione delle acque del fiume).

Un problema per la città è costituito anche dalla bonifica delle ex aree industriali, dismesse e degradate, come la Bonvisa o la Bicocca, e dall’avviamento di alcuni progetti-sfida di grande importanza, quali: lo spostamento a Pero del complesso fieristico milanese, e lo sviluppo al suo posto del progetto CityLife, che prevede la costruzione di un nuovo quartiere dominato da tre grattacieli, a bassissimo consumo energetico, teleriscaldati e raffrescati da un impianto di cogenerazione; la realizzazione del centro direzionale nell’area di Porta Nuova, il cui progetto esiste dagli anni ‘70, che entrerebbe a far parte della politica degli eco quartieri; il progetto del nuovo quartiere di Santa Giulia, sull’area dismessa di Montecity. Saranno le attività previste nell’ Expo 2015, a verificare l’effettiva crescita ecosostenibile della città, sebbene anche già da oggi sono in approvazione i piani territoriali per un nuovo

Fig.29 Immagini del parco fotovoltaico a Carano (Trento)

<sup>14</sup> Descrizioni e dati presenti nello studio fatto dalla Siemens sulle città sostenibili in Italia nel 2011, [www.siemens.it/cittasostenibili](http://www.siemens.it/cittasostenibili)

assetto verde. Entrando nello specifico dei dati di partenza nella città di Milano<sup>14</sup>, in termini di emissioni di CO<sub>2</sub> presenta una situazione critica, dovuta: alla notevole urbanizzazione dell'area metropolitana che propone una densità abitativa notevolmente superiore alla media nazionale, e alle caratteristiche dell'hinterland milanese che, oltre ad essere senza soluzione di continuità adiacente al comune di Milano, è ancora fortemente industrializzato e quindi causa, indirettamente, una persistente immissione di anidride carbonica nell'area urbana. Per quanto concerne, invece, il consumo energetico, Milano si allinea alla media nazionale, ma nel programma di miglioramento dell'efficienza energetica, attuato dalla città, si rilevano alcuni problemi. Infatti, da un lato, una parte di abitanti sono serviti dal teleriscaldamento da una quota significativamente superiore alla media nazionale, dall'altro lato è presente una quota di pannelli solari inferiore alla media. Pertanto l'indice di sostenibilità ambientale è inferiore rispetto alla media nazionale. Il teleriscaldamento associato alla cogenerazione è uno dei processi in fase di attuazione e che si concluderà nel 2012. Gli indici di sostenibilità ecologica riferiti all'acqua evidenziano una situazione tendenzialmente migliore rispetto alla media italiana, soprattutto per le contenute perdite della rete idrica. Infine, per quanto riguarda i rifiuti Milano è la prima grande città italiana in cui sia stato attivato su tutto il territorio un sistema di raccolta differenziata "porta a porta". Si può dire che Milano non manca di politiche ambientali, ha però difficoltà a rendere vivibile la città. L'ambizione è quella di far divenire la città come "città del verde", tramite tutte le trasformazioni previste per l'Expo del 2015, che potranno essere utili per favorire una rinascita della capacità di attrazione della città, anche in termini di identificazione di chi ci abita o di chi è andato altrove.

Un primo progetto avviato, nella politica di una città sostenibile, fondata sugli eco quartieri, è il quartiere di Santa Giulia, che è diventato un vero e proprio modello, su progetto dello studio londinese Foster and Partners. Esso rappresenta un modello di vita futura, pulita, integrata e sostenibile, e una grande opportunità di creare un quartiere ad uso misto. Il quartiere si trova nella zona sud-est della città, vicino ai più importanti complessi urbani di Porta Vittoria ed in prossimità dei Parchi Forlaini, Idroscalo, Alessandrini e il Parco Agricolo. Da sempre l'area viene considerata strategica in virtù delle infrastrutture di cui gode.



Il programma funzionale si articola nei seguenti elementi: l'ottimizzazione delle funzioni in prossimità degli spazi pubblici, per garantire il funzionamento del quartiere, in termini di attività presenti, di 24 ore al giorno; la sistemazione delle "funzioni cuscinetto" nelle aree esterne, per proteggere il quartiere dall'inquinamento acustico dell'autostrada; l'ottimizzazione delle distanze tra le unità abitative e la sistemazione delle abitazioni vicino ai parchi o alla promenade urbana verde; infine, l'integrazione delle funzioni.

Durante il processo progettuale, la continua interazione con i consulenti per l'ambiente, ha portato alla realizzazione di un progetto caratterizzato dall'utilizzo delle fonti di energia rinnovabile e degli spazi pubblici come anima del quartiere. Al fine di minimizzare i consumi energetici, infatti, gran parte degli spazi mirano ad utilizzare la ventilazione naturale, grazie ad uno studio specifico di orientazione nel masterplan e la creazione di diverse aree soleggiate o all'ombra, in modo da attivare un movimento naturale dell'aria all'interno del quartiere. La promenade, con i suoi 480 m, è il cuore pulsante del progetto, in quanto si prefigge di diventare un "polmone pubblico" per la città, attraversato da una linea tramviaria per il collegamento con le altre zone.

Fig.30 Planimetria del quartiere Santa Giulia a Milano

Per quanto riguarda, infine, i rifiuti, la strategia è quella di organizzare lo smaltimento negli spazi sotto terra, in modo che gli spazi pubblici rimangano confortevoli e vivibili in qualsiasi momento della giornata.



Un altro progetto degno di nota, è quello che alimenta Tecnocity, nell'area Pirelli Bicocca. Qui un impianto di cogenerazione fornisce energia: nello specifico energia elettrica, calore, refrigerazione e acqua calda sanitaria. Nel complesso gli edifici destinati al terziario costituiscono circa il 60% della volumetria globale e il restante 40% è residenziale. Il progetto è stato realizzato nel periodo compreso fra il 1998 e il 2000, e l'impianto di teleriscaldamento, tramite la centrale di cogenerazione, è stato proposto per il soddisfacimento del fabbisogno di climatizzazione richiesto dai quartieri di nuova edificazione, dall'uso terziario e dall'industria. L'energia prodotta dalla centrale viene immessa in rete, e i fumi generati dal processo vengono inviati alle caldaie per il recupero e la produzione del vapore. Parallelamente alla rete utilizzata per l'aria, è presente una rete per l'acqua calda sanitaria.

175

Fig.31 Planimetrie del verde urbano e del piano per i rifiuti nel quartiere Sanata Giulia

**Torino.** Negli ultimi dieci anni l'aspetto che più ha caratterizzato il capoluogo piemontese è stato il suo sviluppo urbanistico e infrastrutturale, per lo più determinato da due fattori: le Olimpiadi invernali del 2006, che hanno costituito l'occasione di "riprogettare la città", tramite gli interventi di riqualificazione e di ristrutturazione sul centro storico (il "quadrilatero"), e tramite la creazione di reti di trasporto a basso impatto ambientale; e la progressiva deindustrializzazione della città. Se da un lato le Olimpiadi sono state un accadimento importante, ma circoscritto nel tempo, dall'altro lato il progressivo abbandono di intere aree industriali situate di fatto in città, è stato un episodio che ha avuto un impatto economico, sociale e culturale di ben più vasta portata. Infatti, interi quartieri che ruotavano su impianti industriali estesi, si sono trovati improvvisamente svuotati e da reinventare nelle loro infrastrutture residenziali e di trasporto. Sono così stati creati, in pochi anni, interi quartieri con costruzioni tendenzialmente in linea con le più recenti leggi di edilizia ecosostenibile. Secondo la popolazione però queste aree non si sono ancora integrate completamente nel tessuto sociale cittadino per la mancanza di spazi di aggregazione all'aperto e di zone verdi. Nella parte nord della città è in atto la "variante 200", ovvero una politica di riqualificazione dell'area tramite quartieri ecosostenibili, collegati ad una rete di trasporti efficiente, e con consumi energetici ridotti.

La città di Torino ha dovuto affrontare alcune tematiche sensibili sia dal punto di vista urbanistico, sia socioeconomico, sia geografico. Infatti, fino a dieci anni fa, si presentava con due facce ben distinte: da una parte il centro storico con i palazzi imponenti e gli edifici storici, dall'altra le periferie disordinate degli anni '60 e '70 a seguito dell'immigrazione di migliaia di italiani in cerca di lavoro nelle fabbriche. Inoltre, fino agli anni '80 aveva sviluppato un tessuto economico fortemente incentrato sull'industria manifatturiera, particolarmente inquinante. Infine, la particolare posizione della città, poco ventosa, ha sempre reso difficile la dispersione degli inquinanti che ristagnano nell'aria. Per quanto riguarda i dati sensibili, Torino si trova sopra la media nazionale nelle emissioni di CO<sub>2</sub> nell'atmosfera, ma, per quanto riguarda il consumo energetico, si trova al di sotto della media nazionale, anche per la diffusione del teleriscaldamento. Nella città è stato poi realizzato un polo di ricerca, l'Environment Park,



un parco scientifico dove si sperimenta la produzione dell'energia pulita e soluzioni innovative anche per il non immediato utilizzo, come ad esempio la prima centrale di cogenerazione ad idrogeno in Italia. Un altro dato importante riguarda la riqualificazione energetica degli edifici pubblici: il dato sull'estensione dei pannelli solari termici, ampiamente sopra la media italiana, sembra confermare questa tendenza. Un altro aspetto fondamentale è il verde, utilizzato sia negli edifici (soprattutto di recente costruzione) in cui il Comune ha reso obbligatoria la produzione di energia da fonti rinnovabili, sia nello spazio pubblico come obiettivo di riqualificazione sociale della città. E' stato, inoltre, studiato un sistema di recupero delle acque meteoriche per l'irrigazione delle aree verdi. Infine, se da un lato Torino è conosciuta per la presenza dei parchi storici e scenografici e dei viali alberati, dall'altro lato è necessaria l'integrazione di questi spazi nei nuovi quartieri di periferia, per i quali è prevista la realizzazione di una corona verde, che costituirebbe il polmone dei nuovi quartieri.

177

L'obiettivo della città di Torino è quello di diventare una "*smart city*", ovvero una città intelligente in grado di produrre alta tecnologia, ridurre i consumi energetici degli edifici, promuovere trasporti puliti e migliorare in generale la qualità di vita dei suoi abitanti.

Il primo esempio concreto è la riqualificazione del quartiere di Alenia Corso Marche, che prevede, attraverso principi di edilizia sostenibile, di modificare radicalmente il bilancio energetico degli edifici, concepiti come veri e propri centri di produzione, utilizzo e gestione dell'energia termica, dell'energia elettrica e dell'acqua. A questi obiettivi si aggiunge la riduzione della mobilità privata a favore dei mezzi pubblici e la realizzazione di parcheggi sotterranei al fine di "liberare" la superficie pubblica dalle automobili. L'area del quartiere si estende su una superficie di circa ventiquattro ettari ed è ubicata a ridosso della nuova infrastruttura, la linea Torino Lione, e rientra quindi nel programma di riqualificazione della città in chiave energetica.

In questo polo interamente pedonale è prevista la coesistenza di un centro di ricerca e di sviluppo aerospaziale con un quartiere con funzioni residenziali, terziarie e commerciali.

L'obiettivo è quello di perseguire una nuova logica dell'abitare avente come output il favorire le relazioni sociali e soprattutto la creazione di un nuovo rapporto uomo- natura, realizzato anche tramite soluzioni

tecnologiche avanzate. E' stato previsto che gli edifici vengano alimentati con fonti rinnovabili di energia, impiegando materiali edili ecocompatibili, per sfruttare a pieno la luce del sole ed il calore.

Parafrasando il regista Roberto Rossellini, qualcuno ha coniato l'espressione "Torino città Aperta", sia per la capacità della città di accogliere ed assimilare culture diverse, sia per l'abilità di aprirsi alle nuove tecnologie e ai nuovi poli, come ad esempio il Politecnico e il già citato Environment Park, fortemente legati alle tematiche della "Green Energy".

178



Fig.32 Planimetria della riconversione del quartiere Alenia Corso Marche a Torino

Fig.33 Visione 3d della riconversione del quartiere

<sup>15</sup> Si fa riferimento alla ricerca di Paolo De Pascali, che tratta questa relazione nel testo De Pascali P., (2008), *Città ed Energia, la valenza energetica dell'organizzazione insediativa*, FrancoAngeli, Milano

<sup>16</sup> Turri E., (1998), *Il paesaggio come teatro: dal territorio vissuto al territorio rappresentato*, Marsilio, Venezia

## **5.5 Trasformare i paesaggi: il ruolo del progetto contemporaneo alle diverse scale**

Il ruolo che il progetto contemporaneo alle diverse scale, quella del paesaggio, quella della città e quella dell'edificio, svolge nella trasformazione dei paesaggi, è possibile descriverlo attraverso due obiettivi fondamentali.

Da una parte, il progetto deve rispondere adeguatamente alle esigenze della relazione bidirezionale che si crea fra l'evoluzione dei consumi energetici e la crescita spaziale. Infatti, per quanto riguarda l'evoluzione dei consumi, l'incremento degli impieghi energetici ha determinato lo sviluppo economico-produttivo, sociale e culturale, e spaziale del paesaggio; l'evoluzione dei consumi ha creato la complessità del paesaggio stesso; e, i cambiamenti delle fonti di energia hanno determinato la trasformazione spaziale e funzionale dei luoghi. Contemporaneamente, però, per quanto concerne la crescita dello spazio, la complessità del paesaggio, in termini spaziali, relazionali, sociali ed economici, ha determinato l'incremento dei consumi di energia; la complessità del paesaggio ha generato modelli di vita che producono consumi; e, i cambiamenti spaziali, e la crescita della città fisica e dei consumi, hanno causato la ricerca di nuove fonti di energia<sup>15</sup>. In questo si traduce la bidirezionalità della relazione sopracitata.

Dall'altra parte il progetto deve rispondere alle esigenze del luogo, definibile come un'entità dinamica da cui dipende la forma dello spazio in trasformazione, in cui i parametri, costituenti un'unica realtà, sono lo spazio fisico e i fruitori dello spazio, considerati come vera e propria unità di misura del progetto.

Le trasformazioni dello spazio fisico sono da sempre legate alle trasformazioni della vita sociale, in seguito all'utilizzo di una nuova forma di energia, che richiede o ha richiesto l'uso e la diffusione di tecnologie per la sua distribuzione, ed in seguito all'agire dell'uomo sul territorio (la cui azione è insita anche nel concetto di paesaggio, più volte menzionato, espresso dalla Convenzione Europea). Esistono due modalità attraverso le quali il soggetto agisce sulla natura, la prima è il frutto dell'azione dell'uomo, che come diretta conseguenza ha una trasformazione del territorio, la seconda vede l'uomo come uno spettatore del prodotto delle sue azioni. Affinché esista una coscienza progettuale queste due condizioni devono coesistere<sup>16</sup>.

Oggi però il fare paesaggio si limita, spesso, ad essere il frutto delle scelte della collettività inconsapevole, che trasforma e costruisce senza usare, come vero e proprio metodo di progetto, la contemplazione, che è il primo passo per la trasformazione. Il termine trasformazione dovrebbe, invece, essere concepito come sinonimo di cambiamento evolutivo in cui l'uomo interpreta il proprio ruolo all'interno di un contesto di cui fa parte. La percezione, in questo senso, diventa un approccio alla conoscenza, che diverrà origine di una rappresentazione così come il risultato di un'azione.

E' importante mettere in evidenza il rapporto biunivoco che intercorre tra l'azione materiale, che trasforma il territorio, e l'azione del guardare, che induce il processo di consapevolezza delle azioni. Tra queste due azioni interviene il progetto che si fa carico dell'atto di "costruire" il paesaggio e, di fatto, di determinare la sua trasformazione. Una cultura rinnova i propri paesaggi attraverso l'azione di trasformazione dei propri simboli, e il progetto deve essere in grado di mantenere e di definire gli elementi ordinatori di grande contenuto simbolico a cui riferirsi nei complessi processi di mutamento a cui è soggetto.

Il concetto di sostenibilità, spesso abusato, e senza un significato ben preciso ma con tanti significati ricercati nei vari ambiti, è al centro del dibattito contemporaneo sul ruolo del progetto in questa fase di transizione, data dalla necessità di utilizzo delle risorse rinnovabili. Ricercare la sostenibilità del futuro del paesaggio attraverso il progetto, significa incidere in modo diretto sulla forma, modificandone il carattere, attraverso i numerosi fattori fisici, ad esempio la geometria della natura o dell'edificato, la densità, la localizzazione delle funzioni e così via, che concorrono alla definizione spaziale di un nuovo paesaggio o di nuovi scenari. L'azione diretta sulla forma, quindi, assume un'importanza strategica nello sviluppo di un ambiente di qualità<sup>17</sup>.

Entrando nello specifico delle scale del progetto, sicuramente, la scala del paesaggio è sempre quella più problematica, in quanto le trasformazioni spaziali sono percepite come un attacco al valore culturale ed ambientale del luogo nel quale si opera, nonostante la ricerca formale degli impianti sia eolici, sia fotovoltaici, sia volta a trovare i nuovi landmark. A questa scala il progetto contemporaneo, deve agire in termini di trasformazione, che in questo senso significa innescare nuovi processi portatori di valori condivisibili dalla comunità.

<sup>17</sup> Questo concetto era già stato trattato per l'ambiente urbano dal "The European Urban Charter, Consiglio d'Europa", 18 marzo 1992

<sup>18</sup> Oswalt P., (2006), *Berlino\_città senza forma*, Meltemi Babele, Roma

La scala della città è quella che può essere chiamata sperimentale, per quanto l'occasione di riqualificazione di un quartiere periferico, come visto nelle precedenti sessioni dedicate ai casi di studio, abbia un apporto diverso rispetto alla necessità di ridurre le emissioni nelle aree con un valore storico-culturale marcato, come ad esempio il centro storico, ma anche le aree ad edilizia consolidata. Il compito del progetto contemporaneo a questa scala è quello di innescare la trasformazione, attraverso nuove strategie a livello urbano, che coniughino la scala macro, che descrive compiutamente il senso del progetto, e la scala micro, alla quale il progetto esprime compiutamente le sue valenze in relazione ai processi innescati.

La scala dell'edificio è quella maggiormente trattata e approfondita, perché la sperimentazione e la verifica dei risultati è più immediata, oltre che non è in continua evoluzione, come per le entità caratteristiche del paesaggio. Il progetto contemporaneo si occupa di gestire le trasformazioni attraverso il miglioramento energetico degli edifici, sotto l'aspetto dell'efficienza (aspetto, quindi, quantitativo), a discapito, in questo momento (sebbene si inizi ad affrontare l'argomento anche sotto il profilo qualitativo) del valore estetico dei manufatti.

181

## **5.6 La trasformazione dei paesaggi industriali: esempi**

Le trasformazioni in atto sul territorio determinano nuove configurazioni spaziali, risultato della dismissione delle aree industriali e delle infrastrutture in disuso, del fenomeno dell'abbandono o dello spopolamento, del fallimento degli strumenti di progetto e del cambiamento del sistema energetico a partire dalla struttura di base.

In questo modo sul territorio si vanno a disporre grandi spazi vuoti in attesa di nuovi significati.

"Al cittadino gli spazi vuoti appaiono come un luogo estraneo. Tuttavia sono luoghi in cui l'uomo può abbandonarsi al desiderio di scoprire, di sottrarsi alla vita di tutti i giorni. Il vuoto è ambivalente. E' spazio della memoria e allo stesso tempo luogo del futuro. Il vuoto è instabile e aleatorio, una condizione del non più e del non ancora. E' il rovescio della durezza e dell'isolamento dello spazio costruito. Nella sua completezza è aperto, uno spazio possibile senza struttura, forma e direzione. Dove è il nulla, tutto è immaginabile"<sup>18</sup>.

I luoghi industriali dismessi sono tutti considerati spazi dell'energia

che, nei processi di trasformazione o sono diventati luoghi della cultura, oppure nuovi luoghi dell'energia. La "facilità" di trasformazione di un luogo industriale è data dal fatto che i manufatti si adattano bene alle trasformazioni strutturali ed impiantistiche, ma la complessità è data dall'obsolescenza e dalla difficile categorizzazione tipologica delle diverse strutture che lo compongono. Il tipo in questo caso deve coincidere con il codice genetico del processo evolutivo e vitale che integra i sistemi costruttivi alla forma esistente<sup>19</sup>.

A tal proposito si è ritenuto necessario studiare alcuni casi esemplari per l'approfondimento di scenari che da industriali dimessi divengono qualcosa di nuovo per la città, con nuove grandi potenzialità dal punto di vista culturale ed energetico.

Questo aspetto costituisce un importante tassello degli interessi futuri della ricerca, in quanto i luoghi della dismissione potrebbero costituire i nodi energetici della città contemporanea.

<sup>19</sup> Muzzillo F.; Zagarese B., (1991), "Caratteri tipologici e forme abitative", in *Recupero delle preesistenze e forme dell'abitare*, volume II, Napoli, p.84

## 182 **Dall'energia ... alla cultura.**

Si citano tre esempi di trasformazione di aree industriali dismesse, dove il recupero è stato caratterizzato dal passaggio dalla produzione di elettricità o di energia, alla realizzazione di luoghi dell'arte e museali, per comprendere come il progetto possa modificare la natura di un luogo industriale, innescando processi che, pur richiamando la memoria, costituiscono i nuovi modi di vivere il paesaggio, e le nuove icone per il paesaggio.

Un primo esempio, alla scala paesaggistica, è il Parco di Duisburg Nord, in Germania, progettato da P. Latz & Partners nel 1999, che è stato caratterizzato da una strategia progettuale ben definita. L'intento progettuale, vista la forte frammentazione e discontinuità spaziale che caratterizzava il sito, non è stato quello di tentare una fusione degli elementi esistenti combinandoli in un unico assetto paesaggistico omogeneo e uniforme, quanto ricercare nuove interpretazioni delle esistenti strutture, mutando la loro funzione ed il contesto. Questa strategia si è sviluppata attraverso la sovrapposizione e la coesistenza di una serie di livelli, caratterizzati da differenti conformazioni spaziali e funzionali.

Le tracce del complesso industriale non sono state nascoste, ma sono state esaltate, e raccontano di come l'artificio può essere trasformato in natura attraverso nuovi significati. Gli imponenti impianti industriali, da oggetti isolati ed impersonali, svelano anche una natura giocosa ed



<sup>20</sup> Marchigiani E., (2005), *Paesaggi urbani e post-urbani*, Meltemi Babele, Roma, pp. 190-205

accattivante, prestandosi ad ospitare moderni eventi e rituali sociali. Questi molteplici ambiti, caratterizzati da parametri così diversi tra loro, sono ricongiunti e allacciati da luoghi interstiziali maggiormente indefiniti, come gli spazi ricchi di vegetazione compresi fra i binari ed il canale, i percorsi che collegano il parco alla città e l'area incolta lasciata in spontanea trasformazione, o utilizzata per gli orti urbani e le attività sportive. Il successo del progetto risponde all'urgenza di occuparsi di aree industriali fortemente degradate, e arricchisce il significato di spazio pubblico, sostenendo le potenzialità del riciclaggio in maniera esemplare. Inoltre, affronta contemporaneamente alcuni problemi significativi: fa convergere il lavoro di trattamento dei suoli contaminati con un attivo contatto della popolazione con la natura; promuove una nuova attitudine verso la tecnologia, proponendo la sua forte compatibilità con il paesaggio; mette realisticamente a confronto i limiti del budget a disposizione con le ipotesi di cambiamento e di evoluzione ecologica; introduce attività sociali alternative, combinandole con altri eventi culturali, raggiungendo così l'integrazione di differenti gruppi sociali.

183

La carta vincente del successo si fonda sull'approccio semplice e pragmatico, ovvero trasformare e smantellare il meno possibile e mantenere e valorizzare il più possibile. Le qualità formali di Duisburg-Nord, se inizialmente possono disorientare e disattendere il comune senso estetico, inducendo i visitatori a considerare questo luogo qualcosa di diverso da un parco pubblico, in realtà rivela un'incredibile aderenza ai temi "tradizionali" dell'arte del giardino come l'identificazione dello "spirito del luogo", la valorizzazione della sua specificità, e la ricerca della giusta combinazione "sintattica" di elementi naturali ed artificiali<sup>20</sup>.



Fig.34 Pianta di Latz & Partner del Parco di Duisburg Nord



Fig.35 Sfondo industriale del Parco di Duisburg Nord

Fig.36 Immagine che mostra l'anima energetica del Parco di Duisburg Nord

La Tate Modern di Londra in Gran Bretagna, è un secondo esempio di recupero, alla scala però della città, grazie al progetto degli architetti J. Herzog & P. De Meuron.

L'apertura risale al 2000, dopo la dismissione della struttura, funzionante dal 1955 come centrale elettrica Bankside.

La strategia architettonica ha previsto che l'edificio non venisse considerato un capannone ermetico. La ciminiera è stata trasformata in una torre per l'osservazione della città; dalla sua altezza di 93 m, intavola un "dialogo" con la cattedrale di St. Paul sull'altra riva del Tamigi. L'edificio della caldaia è stato svuotato e rioccupato da una struttura in acciaio posta sopra una platea in cemento armato e suddivisa in sei piani. Ciascun piano espositivo si affaccia sul vuoto della sala delle turbine. Le sale espositive sono distribuite su sei piani di diverse altezze e superfici, così da permettere la massima flessibilità espositiva. La maggior parte di esse riceve luce dalla modifica delle asole verticali e dalla trave luminosa. L'edificio della caldaia è la parte che ha perso maggiormente la sua natura industriale.

185

L'edificio delle turbine è composto da una sala, che è stata lasciata come era in origine, l'unica differenza è che la attraversano solo due passerelle in direzione nord-sud e est-ovest, che connettono questo grosso spazio con l'esterno. La piattaforma è lo strumento che ha permesso di rendere evidente l'annesso spazio della sala delle turbine e di connettere l'ala nord dell'edificio con quella sud. Consente anche il prolungamento della riva del Tamigi all'interno dell'edificio.

La rampa rappresenta uno degli elementi significativi per il recupero dell'edificio industriale in disuso; la discesa della rampa comincia dall'esterno dell'edificio e, penetrando nel terreno, permette ai visitatori di individuare l'accesso ovest del museo. La trave di luce è l'elemento che evidenzia il cambiamento interno, dall'esterno, in quanto è un'intera nuova parte totalmente vetrata, che sovrasta il soffitto dell'edificio industriale e illumina le sale espositive, ma principalmente manda il segnale della trasformazione dell'edificio all'esterno della città.



Il Caixa Forum di Madrid in Spagna è un esempio di recupero alla scala dell'edificio; il progetto è stato promosso dagli architetti J. Herzog & P. De Meuron, e l'edificio è stato inaugurato nel 2008. Costituisce un centro di aggregazione che va ben oltre la sua semplice funzione pratica, in quanto costituisce un punto di riferimento per il quartiere e per il turismo internazionale.

Consci del fatto che un edificio pubblico deve, innanzitutto, costituire uno spazio pubblico, gli architetti hanno arretrato il nuovo volume dal fronte che dà sul Paseo del Prado, occupando solo il sedime della vecchia centrale elettrica del Mediodía del 1899.

In più alcune soluzioni progettuali originali, come la conversione della testata cieca di uno degli edifici che danno sul piazzale, in un giardino verticale alto 24 m, di matrice espressionista, e il fatto che il volume espositivo sembri galleggiare sollevato da terra, hanno contribuito al grande successo dell'opera.

Alla vecchia centrale è stato tagliato il vecchio basamento in pietra ed

Fig.37 Riqualificazione della Tate Modern e rapporto con la città di Londra

Fig.38 Interni della Tate Modern, anche in presenza di installazioni temporanee



il suo volume è stato interamente svuotato e privato delle coperture. Sull'involucro in laterizio, rimasto quasi sospeso, sono state chiuse tutte le aperture originarie e aperte altre nuove. La rimozione del basamento in pietra ha liberato quasi completamente lo spazio sottostante all'edificio, determinando un'estensione coperta della piazza principale. La particolarità sta anche nell'interpretazione dell'ultimo piano, che si appoggia integralmente sulle pareti originarie dell'involucro in mattoni, mentre la sua ossatura metallica è ricoperta da pannelli di acciaio Corten, che riprendono le sagome delle case vicine.

187



Fig.39 Immagine del Caixa forum a Madrid e della facciata verde di Patrick Blanc



Fig.40 Il contrasto tra "vecchio" e nuovo nel Caixa Forum di Madrid



<sup>21</sup> Battistella A., (2010), *Trasformare il paesaggio, Energia Eolica e nuova estetica del territorio*, Edizioni Ambiente, Milano, pp. 163-189

### **Dall'energia ... all'energia.**

Si descrivono qui due casi dove il recupero è stato caratterizzato dal passaggio da luoghi della produzione di energia (tramite i combustibili fossili), a nuovi paesaggi che utilizzano le FER come elementi della colonna vertebrale del territorio.

Il primo esempio molto importante è la ricerca triennale, condotta dal 2003 al 2006, per la ristrutturazione dell'area di Rekula, che ha avuto come obiettivo quello di definire le linee guida per rispondere alle richieste dei paesaggi industriali dismessi. L'area è quella di Welzow, un'area mineraria di estrazione ancora in attività per trent'anni, ripensata in termini di contrazione, seguendo i processi già in atto. L'idea di partenza è quella di assecondare la vocazione dell'area, che consiste anche nella trasformazione di energia, non solo nell'estrazione di risorse, che si traduce in sperimentazione ed utilizzo delle energie rinnovabili. La squadra dell'IBA si è interessata all'individuazione della nuova regione dell'energia innovativa, attraverso la convivenza di più tipi di energia: il sole, il vento, l'acqua, la biomassa e la geotermia. L'obiettivo è quello di dare vita ad un luogo in grado di produrre qualità e sostenibilità, e di vendere energia per la comunità, partendo dal presupposto che la tecnologia ha raggiunto una maturità tale da poter contribuire alla formazione dei paesaggi dell'energia, riempiendo i vuoti lasciati dall'industria.

Tramite l'utilizzo delle tecnologie energetiche è possibile creare nell'area delle vere e proprie isole produttive, che messe in relazione diretta con le attività già presenti, possono innescare i processi di trasformazione ad alto contenuto tecnologico. Per la creazione dei "giardini dell'energia" sono state previste alcune strategie di intervento: il ripristino delle aree compromesse tramite un'opera di bonifica, che comporta la cancellazione dei segni esistenti delle miniere, a favore di un paesaggio apparentemente naturale, per ristabilire un equilibrio ambientale tramite l'utilizzo di nuovi simboli, che possano diventare identitari; il coinvolgimento degli abitanti, tramite una trasformazione delle aree in zone per la proposizione di performance teatrali, in modo che gli abitanti possano dare nuovi significati ai luoghi in continuità con le preesistenze industriali; il mantenimento dei biotopi esistenti; e, lo sviluppo del turismo legato alla fitta rete di laghi e fiumi che si andrà configurando nel masterplan<sup>21</sup>.

Il secondo caso è un esempio di come una natura morta possa tornare alla vita convertendo la vera e propria spazzatura in paesaggio, utilizzando pochi, ma utili, mezzi. Si tratta della trasformazione della più grossa discarica di Barcellona, in campi agricoli.

Gli architetti Battle e Roig, hanno elaborato un progetto ormai diventato concreto, nel quale hanno previsto la costruzione di undici terrazze, nello "stile agricolo", in cui sono state piantate specie native, che richiedono poca acqua per il sostentamento, compatibili con l'integrazione del paesaggio. È stato inoltre predisposto l'accesso a una rete di irrigazione per facilitare il processo di ripristino.

I lavori di ristrutturazione però non sono stati un rapido make-up. E' stato messo a punto un sistema di drenaggio sotterraneo per separare i liquidi contaminati e rendere l'acqua riusabile per irrigare il parco. Inoltre la discarica così recuperata è in grado di fornire bio-gas per la produzione di energia elettrica.

190

Alcuni rifiuti sono stati lasciati in superficie e messi in grosse gabbie d'acciaio per ricordare ai visitatori com'era prima il vecchio paesaggio. Durante i 10 anni della durata della concessione, saranno prodotti 550 milioni di metri cubi di metano da biogas, per più di 1.100 miliardi di kWh, energia sufficiente a soddisfare la domanda di dodicimila abitanti ed evitando l'immissione in atmosfera tra le 50.000 e 110.000 tonnellate di CO2 dalle centrali elettriche a combustibili fossili.



Fig.41 Immagine dall'alto della discarica di Barcellona trasformata in campi agricoli



191

Fig.42 Immagine della configurazione spaziale dei campi agricoli nel progetto di Battle e Roig

Fig.43 Foto aerea della riqualificazione della discarica di Barcellona





***PARTE QUARTA***







## CAPITOLO 6: SCENARI

195

*"The world will not evolve past  
its current state of crisis by using the same thinking  
that created the situation"*

*A. Einstein*

La ricerca, dati i presupposti trattati esaustivamente nelle sezioni precedenti, introduce qui una parte sperimentale, volta a proporre una metodologia, sottoforma di strategia, fondata su basi scientifiche e casi studio, sull'intenzionale sperimentazione di un nuovo approccio alla lettura e alla progettazione dell'architettura e del paesaggio. La volontà è quella di utilizzare l'energia come elemento fisico della progettazione, sia per consentire l'identificazione di elementi spaziali di qualità, sia per la proposta di costruzione di un meccanismo sociale dal basso verso l'alto, basato sull'utilizzo delle FER.

196 La struttura fisica, sulla quale la ricerca lavora, è quella di una rete, che, attraverso le conoscenze assunte sul funzionamento del web, possa anche in termini spaziali e progettuali, comprendere, modificare e ridisegnare i luoghi della città e del paesaggio, per dare un contributo specifico al piano della città, nella definizione di un settore specializzato nell'utilizzo, nell'applicazione e nello sfruttamento delle fonti di energia rinnovabile. La rete internet, trasposta fisicamente nella città e semplificata nei suoi elementi essenziali, è costituita dai nodi, gli utenti finali, ovvero gli edifici pubblici e privati, abbandonati o dismessi, e i rami, onde radio oppure cavi, ovvero gli spazi di relazione dati dallo spazio aperto e pubblico. Gli edifici possono, in tal senso, svolgere la vera funzione di centrali elettriche a servizio proprio della città; lo spazio aperto, inserendosi nel tema della ridefinizione del valore che il vuoto ha nella città contemporanea, può svolgere il ruolo di luogo della condivisione dell'energia.

I casi europei, per il cui approfondimento si rimanda al capitolo quinto, sono inseriti all'interno di un tema "scottante" nel panorama mondiale: il tema degli ecoquartieri, che, sviluppandosi molto velocemente, come ricostruzione o costruzione in aree abbandonate, o industriali dismesse, o periferiche della città, acquisisce a pieno titolo un importante ruolo nei processi di trasformazione della città.

Infatti, l'ecoquartiere costituisce un importante episodio nei contesti urbani, perché rappresenta una volontà progettuale e strategica, inserita all'interno di una tematica che per sua natura è già un processo, perché fondata su fonti (quelle rinnovabili, appunto) delle quali si conosce l'andamento discontinuo, le potenzialità, ma non si può controllare l'effettivo "funzionamento". Nella comprensione, però, di queste strategie, diffuse così a macchia d'olio, ciò che non viene esplicitato,

Fig.1 Inizio Parte Quarta, uno studente che "prende appunti" su un luogo

Fig.2 Inizio Capitolo 6, possibili scenari di progetto con l'applicazione di tecnologie bioclimatiche alle diverse scale

e non si è ancora sviluppato in maniera significativa, è come la stessa metodologia utilizzata per la progettazione degli ecoquartieri possa, in qualche modo, essere utilizzata come strumento di lettura della città consolidata, delle frange urbane e delle aree periferiche più "naturali", e come gli elementi e i parametri che entrano in gioco nella fase progettuale e costruttiva, possano diventare linee guida per i nuovi masterplan energetici qualitativi della città.

Sebbene, quindi, possano considerarsi a tutti gli effetti come progetti di grande riuscita ed episodi esemplari per il raggiungimento degli obiettivi comuni, non è ancora esplicito come questi parametri possano intervenire spazialmente sugli elementi culturalmente fondati, tanto più che devono diventarne la nuova struttura.

Metodologicamente, pertanto, la strategia del progetto di ricerca, vuole proporre l'utilizzo dell'energia e della tecnologia bioclimatica per modificare la percezione dei luoghi, fino a modificarne, gradualmente, l'identità. Si tratta della costruzione di una nuova identità morfo-tipologica, che utilizza il "punto di vista energetico" come sistema di regole, attraverso le quali definire nuove aree urbane, all'interno della zonizzazione rigidamente tipologica propria dei piani urbanistici, che "lavorano e giocano" con i parametri energetici e naturali.

La sperimentazione proposta avviene tramite l'individuazione di scenari tipo, dati da una "tipologia" di area (cioè caratterizzata dal costruito e dallo spazio aperto), nella quale la rete si esplicita tramite la modifica dei caratteri "materici" ed "estetici" e la proposta di nuovi indici, flessibili, perchè dati dalla malleabilità propria delle FER.

Gli scenari che si configurano per l'applicazione del metodo lavorano sui centri storici delle città di Quartu Sant'Elena e di Cagliari. Nello studio del centro storico si vogliono evidenziare anche i possibili altri interessi futuri di una ricerca in continua evoluzione, nel rispetto della transizione del sistema energetico delle città.

Infatti l'applicazione mette in evidenza i possibili sviluppi ed utilizzi per gli altri contesti della città, dalle aree consolidate alle aree di espansione, fino alle aree della dispersione urbana, bisognose di un nuovo ordine, che derivi dalle potenzialità energetiche, ancora latenti, proprie delle vocazioni e degli elementi fisici del paesaggio.

## 6.1 La comprensione della città energ(et)ica

<sup>1</sup> De Pascali P., (2008), *Città ed Energia. La valenza energetica nell'organizzazione insediativa*, FrancoAngeli, Milano

Nella costruzione degli scenari di progetto, la prima questione che emerge è la definizione delle caratteristiche della città genericamente chiamata "sostenibile". Nella logica, discussa ed affrontata in alcuni casi studio, degli ecoquartieri, il processo che si attua è una trasformazione delle cosiddette "frange urbane" in esempi concreti di vita cittadina ad "emissione zero".

Ma, la città è composta da più parti, che, secondo la zonizzazione classica, si differenziano per tipologia di costruzioni, tipo di spazio pubblico, completamento di funzioni, essenza di vita e, più generalmente, per estetica, percezione e densità. Per questo, la città può essere definita come un'entità *energica*, sempre in evoluzione, ed in trasformazione; un sistema di spazi e di funzioni che *energeticamente* convivono e collaborano come un organismo. Ma la città è anche, come già detto, la maggiore fonte di consumo dell'intero pianeta, pertanto non solo produce, ma consuma una grande quantità di energia, che nel futuro verrà prodotta dalle fonti rinnovabili e non da quelle fossili.

Come affermato in precedenza, l'azione diretta sulla forma assume un'importanza strategica nello sviluppo di un ambiente urbano di alta qualità, perchè l'energia e la forma sono legate in tutta la varietà dei loro parametri. Questo rapporto è espresso dall'equazione del bilancio termico proposta da Paolo de Pascali<sup>1</sup> ( $Q_r + Q_t = Q_e + Q_l + Q_s + Q_a$ ), in cui la morfologia dell'insediamento  $Q_r$  e gli effetti dell'utilizzo delle fonti fossili  $Q_t$ , appaiono strettamente legate al microclima e alle condizioni ambientali urbane (da cui dipendono gli altri fattori). Aldilà degli aspetti specifici che caratterizzano i fattori, l'aspetto che è importante sottolineare è che all'aumentare dell'indice di concentrazione urbana si riducono i consumi energetici civili, insediativi e legati ai trasporti. E' per questo lecito interrogarsi su quale sarà il ruolo della progettazione in funzione di queste considerazioni, e come il progetto potrà relazionarsi alla forma urbana condizionata dall'utilizzo delle FER e delle tecnologie bioclimatiche. Le difficoltà riscontrabili sono facilmente visibili negli approcci totalmente differenti che si sviluppano nel mondo occidentale rispetto ai paesi in via di sviluppo: da una parte i progettisti, che alle problematiche di industrializzazione richieste dai paesi del terzo mondo rispondono con grandi visioni utopiche, che lasciano ancora dubbi

sulla reale spiegazione della "sostenibilità urbana", dall'altra parte nei paesi occidentali si predilige la "città compatta" per dare una risposta al problema della dissoluzione, attraverso interventi puntuali e azioni mirate, ritenendo la città più ecologica della campagna.

La metodologia proposta nella ricerca ha, quindi, come primo obiettivo quello di definire quale è il nuovo metodo di lettura *energetico* della città, per poterne comprendere a pieno le trasformazioni, poterle prevedere e poterle rendere *eticamente* accettabili dalla società.

Per comprendere a fondo la città, intesa come entità dipendente e strutturata sull'utilizzo delle fonti di energia rinnovabile, è importante conoscere e riconoscersi in quegli aspetti che caratterizzano oggi gli eco quartieri e che devono, però, inserirsi all'interno della città consolidata da una parte, e dall'altra parte, accettare altri elementi che contribuiscano al riconoscimento di una nuova geografia urbana. Il progetto è lo strumento attraverso il quale avviene questa scoperta, e attraverso il quale vengono date le regole di appropriazione dello spazio, per la costruzione della nuova identità morfologica.

199

Il primo aspetto riguarda la gestione degli spostamenti: la città energetica concepisce un'organizzazione interna che limita il bisogno di spostamento, garantendo una accessibilità facile per tutti i tipi di mobilità; inoltre, dà la priorità agli spostamenti, così chiamati, "dolci" per garantire ovunque l'accessibilità, la leggibilità e la sicurezza; infine, favorisce l'utilizzo del trasporto pubblico e la multi-funzionalità degli spostamenti, cercando di limitare l'affluenza dei mezzi privati nello spazio aperto.

Il secondo aspetto riguarda le scelte energetiche della città, in quanto il progetto deve lavorare per ridurre i bisogni energetici, attraverso l'introduzione di un approccio bioclimatico alla progettazione, con l'utilizzo di sistemi performanti dal punto di vista dell'efficienza energetica.

Per fare questo è necessario ricercare l'offerta energetica più pertinente, in funzione delle risorse disponibili e delle filiere esistenti, e aumentare la fornitura di energie rinnovabili nella pratica comune delle attività sociali e private.

Un aspetto fondamentale è l' "ambiente microclimatico" che consente di concepire il quartiere, l'edificio o lo spazio pubblico in funzione delle caratteristiche climatiche, quali il soleggiamento, la ventilazione, o il benessere. Accanto a questo, il progetto può sviluppare la cosiddetta

“culla urbana”, grazie alla concezione dello spazio basata su parametri quali la vegetazione, la termoregolazione e la protezione per gli edifici, limitando la creazione di microclima sfavorevoli, con l'utilizzo delle protezioni solari, dei materiali locali, e della vegetazione appunto.

Il compito del progetto è anche quello di occuparsi della gestione delle acque, sia utilizzando le acque piovane direttamente nel luogo, creando un ciclo di riutilizzo per lo spazio privato e pubblico, sia economizzando l'acqua potabile tramite azioni di responsabilizzazione dell'utilizzatore, sia anticipando le scelte che garantiscono la qualità delle acque reflue.

La difesa della biodiversità esistente è un aspetto molto delicato nella città del futuro, perché consiste nell'integrare ai progetti gli elementi del patrimonio naturale, tramite la concezione dei corridoi e degli habitat ecologici. Il progetto di paesaggio, a questo proposito, favorisce e valorizza l'ingresso della natura nella città come “materiale da costruzione” delle superfici orizzontali dello spazio pubblico, ma anche verticali degli edifici. Pertanto è la natura a strutturare direttamente lo spazio e non lo spazio ad accogliere la natura come elemento ornamentale. La gestione degli sprechi è un ulteriore aspetto strutturante la città energetica, sia alla piccola scala quindi all'interno degli appartamenti o degli edifici, sia alla grande scala nella cura della raccolta dei rifiuti e nella limitazione dell'inquinamento sonoro, visivo e olfattivo negli spazi comuni. L'ambiente sonoro, infatti, costituisce un importante aspetto della progettazione, in quanto diventa parametro di localizzazione dei progetti a scala urbana, ad esempio nell'attenuazione dell'impatto sonoro delle infrastrutture esistenti e future, o nel miglioramento della qualità acustica del paesaggio sonoro degli spazi pubblici<sup>2</sup>.

Nella comprensione della città energe(et)ica l'approccio metodologico consiste nel trattare il rinnovamento urbano come una priorità, rispetto all'urbanizzazione di nuovi territori, perché l'economia delle risorse, la preservazione degli spazi naturali e delle zone agricole e l'ottimizzazione dei valori e delle risorse esistenti, conducono direttamente e naturalmente alla definizione della geografia “energetica” della città: in questo modo è l'ambiente urbano a diventare il vero protagonista del progetto.

Un aspetto fondamentale di questo approccio, sperimentale per la ricerca, è l'integrazione del clima nel processo del progetto urbano,

<sup>2</sup> Le suggestioni che stanno alla base della metodologia proposta dal progetto di ricerca e sperimentazione, nascono dalla lettura critica delle pagine 70-83 del testo Heliot R. (a cura di), (2010), *Ville Durable et Ecoquartiers, Les Pratiques*, Montreuil, che si interroga sul contributo del progetto per la comprensione della città sostenibile a partire dagli eco quartieri.



<sup>3</sup> La sperimentazione in architettura di questi temi è stata introdotta dal ricercatore Philippe Rahm, e presentata alla Biennale di Architettura di Venezia nel 2008, e nel testo Rahm P., (2009), *Architecture Météorologique*, Archibooks, Parigi

considerato un vero e proprio linguaggio progettuale. Il clima deve, infatti, modificare gli elementi, la struttura, le modalità di composizione dello spazio, e, di conseguenza, i criteri estetici. La città si apre, così, a nuove dimensioni sensibili, quali la dimensione termica, plastica, e materiale.

Se abitualmente i parametri di progetto sono la superficie e il volume, la città energ(et)ica comprende anche il microclima e la meteorologia come strumenti di definizione dello spazio. Questo è anche l'unico modo per proporre situazioni inedite, in quanto i progettisti possono concepire la tecnologia bioclimatica non più come aggiuntiva o supplementare, ma piuttosto come un elemento fisico. Infatti anche il clima, entità astratta, ha i suoi elementi fisici, ad esempio la pressione e la depressione, la temperatura, l'umidità relativa, possono considerarsi strumenti del disegno e della lettura della città. In questo senso la città energetica diventa un modo per passare dalla composizione "metrica" alla composizione "termica", dal pensiero strutturale al pensiero climatico, dal pensiero narrativo al pensiero meteorologico. I nuovi parametri di lettura e, allo stesso tempo, di intervento nella città, sono costituiti da entità apparentemente astratte ma fisicamente presenti e fondamentali per la strutturazione dello spazio. Il primo di questi è il calore del sole e le sue modalità di trasmissione, ovvero la convezione, la radiazione e la conduzione, al quale è connessa la temperatura che si genera tra gli edifici, e all'interno degli stessi. Il secondo, non per importanza, è l'atmosfera e le sue caratteristiche intrinseche, quali il vento, la densità dell'aria e il raffrescamento. L'ultimo è la geologia, intesa come riscaldamento terrestre, in seguito alla composizione dei substrati e dei materiali dello spazio aperto, il vapore acqueo, che genera l'umidità dell'aria, e la depressione termica<sup>3</sup>.

Attraverso i parametri descritti, gli scenari che si configurano, si sovrappongono alla classica zonizzazione della pianificazione contemporanea, andando a configurare una nuova percezione dello spazio, dalla quale possono nascere le modifiche, anche morfologiche del tessuto, oltre che l'identità data da nuovi luoghi che prendono forma secondo una logica differente, non più solo spaziale e dimensionale, ma anche sensoriale e reticolare.

In questo consiste la sperimentazione del progetto di ricerca, inserita all'interno dell'ambito regionale, per il quale si rende necessario

un approfondimento, affinché possa essere compresa la realtà della Sardegna e le caratteristiche “energetiche” che la caratterizzano oggi. Nonché è opportuno comprendere come leggere in questa nuova ottica i numerosi episodi di sfruttamento delle fonti di energia rinnovabile, appurandone la reale consapevolezza e utilizzo da parte della comunità sociale.

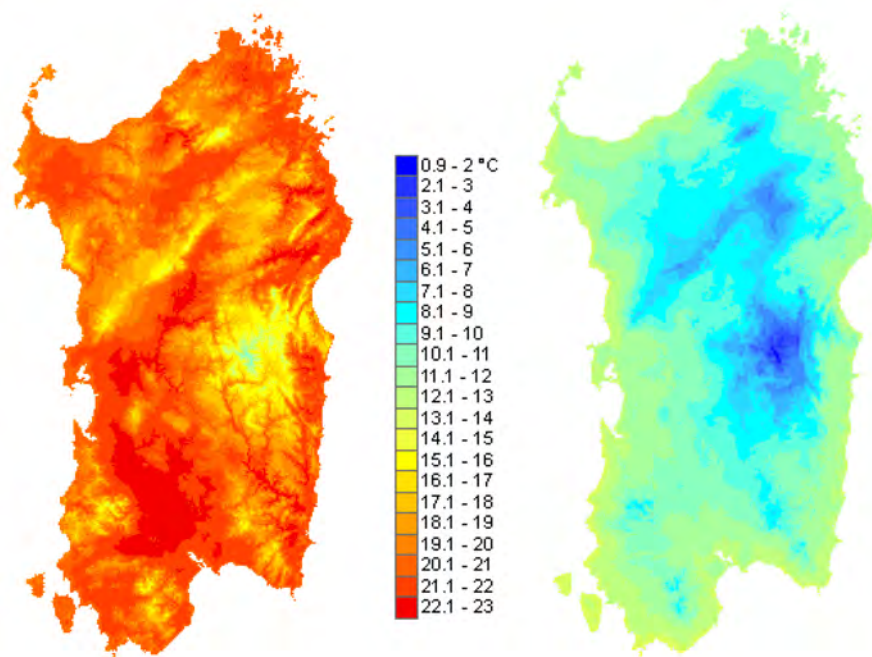
## **6.2 I paesaggi energetici della sardegna: l'approfondimento sperimentale**

Il luogo, nel quale si è scelto di sperimentare la strategia proposta dalla ricerca, è la Sardegna, per la quale è stata fatta una analisi volta alla descrizione dei dati generali bioclimatici, che hanno consentito di orientare l'approfondimento su specifici casi studio.

L'obiettivo di partenza è stato evidenziare le potenzialità delle fonti di energia rinnovabile nel territorio sardo, attraverso i dati bioclimatici di riferimento, in un primo momento, e attraverso l'analisi degli impianti che sfruttano l'energia rinnovabile già presenti nell'isola o in fase di realizzazione, alla scala “macro” e alla scala “micro” del progetto, in un secondo momento. L'obiettivo finale è quello di definire, per alcuni casi paradigmatici scelti, le linee guida “energetiche” di trasformazione del paesaggio, in termini di prestazioni energetiche spaziali e simboliche, per il progetto e il piano.

Grazie all'Agenzia Regionale ARPAS è stato possibile tracciare un quadro dei parametri climatici della Sardegna, utili ai fini dell'inquadramento generale e dello studio della predisposizione dell'isola all'utilizzo delle tecnologie, che sfruttano le fonti rinnovabili.

Di seguito si riporta il grafico delle temperature massime e minime, relative alle medie annuali, e il grafico relativo alla media delle temperature più fredde nella stagione invernale e la media delle temperature più calde nella stagione estiva.



203

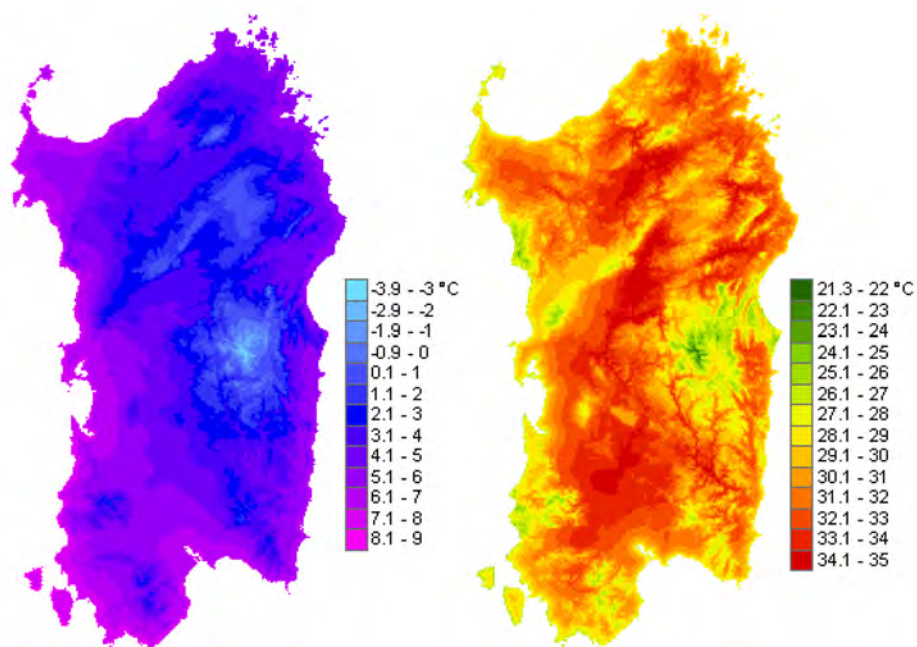


Fig.3 Grafico delle temperature massime e minime relative alle medie stagionali

Fig.4 Grafico delle temperature medie più fredde nella stagione invernale e medie più calde nella stagione estiva

Nell’analisi dei dati generali, molto importante è il dato relativo alla radiazione solare annua dell’isola, espressa in kWh/mq, perché costituisce il dato di partenza per la sistemazione e l’orientamento dei pannelli fotovoltaici e solari:

	orizzontale	verticale	ottimale
Minima	1581	1150	1803
Media	1610	1185	1839
Massima	1653	1222	1891

Infine, per completare l’inquadramento generale si riporta il grafico relativo ai venti prevalenti e alla loro intensità:

204

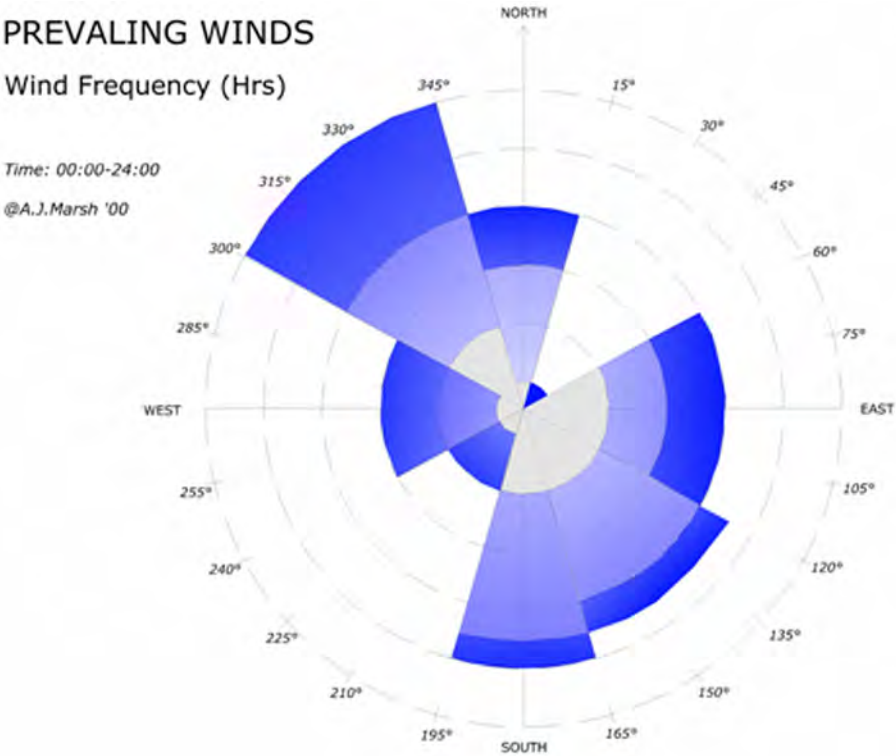


Fig.5 Tabella della radiazione solare annua della Sardegna

Fig.6 Grafico dei venti prevalenti nell’isola

<sup>4</sup> Gestore Servizi Energetici, [www.gse.it](http://www.gse.it)

L’approfondimento dell’analisi del territorio della Sardegna, si articola, quindi in due fasi:

- 1\_ la prima è la completa descrizione del territorio sull’uso attuale delle tecnologie solari ed eoliche alla scala del paesaggio, e sull’uso delle tecnologie solari alla scala urbana;
- 2\_la seconda è la scelta dei casi studio, dove sviluppare i nuovi scenari, tramite un’analisi comparata dell’“omeostasi” fra i paesaggi dati e le potenzialità dei sistemi di produzione dell’energia rinnovabile.

Inprimo luogo si ritiene opportuno indicare tutti i dati di analisi relativi alle tecnologie solari e fotovoltaiche in Sardegna.

Si riportano di seguito i dati, rilevati dai report statistici del GSE<sup>4</sup> sulla potenza ed il numero di installazioni bioclimatiche presenti nel territorio della Sardegna, in rapporto a quelli installati in tutto il territorio nazionale, per gli anni 2008 e 2009:

	2008		2009		2009/2008 %	
	n	MW	n	MW	n	MW
Sardegna	1303	15,50	4202	41,50	più 222	più 168
Italia	32018	431,60	71284	1142,30	più 123	più 165

Si riporta, inoltre, utilizzando come fonte sempre il GSE, la tabella relativa alla produzione di energia dal fotovoltaico in Sardegna, in rapporto all’Italia, in Gwh, per gli anni 2008 e 2009:

	GWh produzione		% parti		% cambio
	2008	2009	2008	2009	2008/2009
Sardegna	7,9	31,6	4,1	4,6	295
Italia	193	673,8	100	100	249

Fig.7 Tabella sulla potenza e il numero degli impianti bioclimatici in Sardegna in rapporto al territorio nazionale

Fig.8 Tabella relativa alla produzione dal fotovoltaico in Sardegna per gli anni 2008 e 2009



Infine, si riportano le tabelle, per l'anno 2009, che indicano il numero di impianti solari regionali in funzione del tipo di pannello utilizzato (silicio monocristallino, silicio policristallino e film sottile) e del tipo di integrazione dei pannelli rispetto alle costruzioni esistenti (totalmente integrato, parzialmente integrato e non integrato):

	monocristallino	policristallino	film sottile
Sardegna	34	64	2
Italia	37	55	8

	integrato	parzialmente integrato	non integrato
Sardegna	36	33	31
Italia	26	30	44

206 Partendo dal progetto alla grande scala, sono stati individuati gli impianti fotovoltaici esistenti o in fase di realizzazione:

1. Il parco fotovoltaico di Bitti, un comune di 3149 abitanti, nella provincia di Nuoro, situato a 549 metri di altitudine sul livello del mare. Per il fabbisogno elettrico del comune è stato previsto un parco fotovoltaico di 68000 mq di superficie, con una potenza installata pari a 5940 kWp e con una previsione di energia prodotta annualmente pari a 8821425 kWh.



Fig.9 Tabella relativa al numero di impianti fotovoltaici in Sardegna in funzione del tipo

Fig.10 Tabella relativa al numero di pannelli fotovoltaici in Sardegna in funzione del tipo di integrazione

Fig.11 Foto aerea del parco fotovoltaico nel comune di Bitti



2. Il parco fotovoltaico di Terralba, un comune di 10300 abitanti, nella provincia di Oristano, situato a 9 metri di altitudine. Il parco fotovoltaico previsto è localizzato in un'area periferica rispetto al paese, ha una superficie di 25854 mq e la potenza installata è pari a 1172,16 kWp, per una produzione annua di energia pari a 1683690 kWh.



3. Il parco fotovoltaico di Mogoro, un paese della provincia di Oristano con 4550 abitanti, ad un'altitudine sul livello del mare pari a 132 metri. L'area destinata al parco sorge lontano dal centro abitato e ancora non si conosce la perimetrazione esatta, si sa però che il parco dovrà occupare 79691 mq, per una potenza totale pari a 2729,60 kWp.



Fig.12 Foto aerea dell'area destinata al parco fotovoltaico di Terralba

Fig.13 Foto aerea dell'area del parco fotovoltaico di Mogoro

4. Il parco fotovoltaico di Domusnovas, un centro di 6454 abitanti nella provincia di Carbonia-Iglesias, a 152 metri sul livello del mare. L'area del parco, definita con precisione a ridosso del centro abitato, occuperà una superficie di 500000 mq; la potenza installata sarà pari a 25246 kWp, per una produzione annuale di energia pari a 36486250 kWh.

<sup>5</sup> Individuati tramite la Società Elettrica Italiana, [www.impiantieolici.com](http://www.impiantieolici.com)



208

La portata del fenomeno fotovoltaico alla grande scala è ancora bassa, in quanto non si rilevano piani in fase di attuazione che coniughino l'aspetto prestazionale e l'aspetto qualitativo dell'opera.

Inoltre, è stato fatto uno studio sulla grande scala relativo agli impianti eolici<sup>5</sup> presenti in Sardegna. Di tale studio si è scelto di riportare una tabella riassuntiva che indica i dati principali degli impianti, e che è utile per comprendere la portata del fenomeno eolico nell'isola, ed evidenziare la presenza dello sfruttamento di tale fonte energetica rinnovabile solamente alla grande scala. La tabella contiene: i MW installati, il numero di turbine, e l'impresa che si è occupata dell'installazione (laddove non è presente l'impresa è perché l'impianto non è stato ancora realizzato).

Fig.14 Foto aerea dell'area destinata al parco fotovoltaico di Domusnovas

<sup>6</sup> [www.regionesardegna.it](http://www.regionesardegna.it)

<sup>7</sup> Ovvero le autorizzazioni concesse dal settore dell'Edilizia Privata, dal settore della Tutela del Paesaggio e dal settore Suap, per gli anni 2008 e 2009

<sup>8</sup> Finanziato dalla RAS, e corrispondente alla Legge Regionale n. 7/2007 "Promozione della Ricerca scientifica e dell'Innovazione tecnologica in Sardegna"

Località / Nome Impianto	MW Installati	Numero Turbine	Installatore
Brunestica-Nurra	0,066666667	3	Consorzio Bonifica Nurra
Campanedda	1	4	Consorzio Bonifica Nurra
MonteUccari-Nurra	1.06	5	Consorzio Bonifica Nurra
Ottava	1	4	Consorzio Bonifica Nurra
Villacidro	1.17	6	Consorzio Industriale
Florinas	20	10	E.ON
Littigheddu	54	36	Enel Green Power
Monte Arci	0,477777778	34	Enel Green Power
Sedini	10.05	7	Enel Green Power
Tula	32.08.00	34	Enel Green Power
Campidano-Gonnosfanadiga	22	11	Fri-El
Campidano-Guspini	24	12	Fri-El
Campidano-S.Gavino e Pabillonis	24	12	Fri-El
Nulvi-Tergu	29.08.00	35	Fri-El
Nurri	22.01	26	Fri-El
Assemini	0.45	2	GreenTech
Mogorella	25.03.00	11	GreenTech
Siamanna	29.09.00	13	GreenTech
Villaurbana	43.07.00	17	GreenTech
Aggius	28.09.00	34	IP Maestrale
Bortigiadas	0,765277778	27	IP Maestrale
Ploaghe	27.22.00	32	IP Maestrale
Viddalba	0,975694444	28	IP Maestrale
Nulvi	16.15	19	IVPC
Fumosa	8.05	10	La Compagnia Immobiliare
Cagliari	1.32	2	Provincia
Ulassai	84	42	Sardeglica
Bonorva	74	37	
Carloforte	0,066666667	3	
Monte Grighine	98.09.00	43	

Fig.15 Tabella relativa agli impianti eolici installati in Sardegna

Per quanto concerne, invece, la piccola scala, l'indagine effettuata ha prodotto un database di riferimento nel quale sono presenti i dati forniti<sup>6</sup> dalla Regione Autonoma della Sardegna, relativi ai bandi promossi e finanziati per soggetti privati ed Enti pubblici degli anni 2007, 2008 e 2009, riguardanti i soggetti beneficiari di contributo per l'installazione di impianti fotovoltaici in tutto il territorio della Sardegna. Il database è stato, poi integrato, grazie ai dati forniti<sup>7</sup> sia dall'Amministrazione Comunale del Comune di Quartu Sant'Elena, sia dagli installatori privati, che hanno risposto attivamente all'invito di partecipare al progetto di ricerca regionale<sup>8</sup>, che si sta svolgendo parallelamente alla presente



tesi (che ha aperto con l’argomento scelto, questo scenario di ricerca complementare per la Regione Sardegna), e dallo studio effettuato sulle carte e sulle aerofotogrammetrie presenti sul web.

Si riportano di seguito le tabelle riassuntive dei dati studiati e raccolti nel database di approfondimento.

La prima tabella è relativa al numero di comuni beneficiari del finanziamento regionale per l’installazione di pannelli fotovoltaici e solari, per provincia, rispetto ai comuni totali per l’anno 2007, in cui il bando aveva come destinatari i soggetti privati.

PROVINCIA	N COMUNI TOTALI	N COMUNI BENEFICIARI	% PROVINCIA	N DI INSTALLAZIONI
CAGLIARI	71	67	94,36%	871
CARBONIA-IGLESIAS	23	18	78,26%	213
MEDIO CAMPIDANO	28	15	53,57%	101
OGLIASTRA	23	18	78,26%	250
ORISTANO	88	42	47,72%	243
NUORO	52	30	57,69%	149
SASSARI	66	39	59,09%	390
OLBIA TEMPIO	26	15	57,69%	74

Si mostra, quindi, la tabella relativa al numero dei comuni beneficiari del finanziamento regionale per l’installazione di pannelli fotovoltaici e solari, per provincia rispetto ai comuni totali, per l’anno 2008, in cui il bando aveva come destinatari i soggetti privati e gli Enti pubblici (la tabella riassume i dati dell’elenco dei soggetti privati che avevano a disposizione un finanziamento inferiore rispetto al 2007).

PROVINCIA	N COMUNI TOTALI	N COMUNI BENEFICIARI	% PROVINCIA	N DI INSTALLAZIONI
CAGLIARI	71	54	76,05%	265
CARBONIA-IGLESIAS	23	15	65,21%	66
MEDIO CAMPIDANO	28	13	46,42%	48
OGLIASTRA	23	17	73,91%	95
ORISTANO	88	24	27,27%	44
NUORO	52	23	44,23%	100
SASSARI	66	20	30,30%	87
OLBIA TEMPIO	26	10	38,46%	21

Fig.16 Tabella relativa all’anno 2007

Fig.17 Tabella relativa all’anno 2008 per i soggetti privati e gli Enti pubblici

Di seguito è riportata la tabella relativa la numero dei comuni beneficiari del finanziamento regionale per l’installazione di pannelli solari e fotovoltaici per provincia, rispetto ai comuni totali per l’anno 2008, in cui il bando era destinato unicamente agli Enti pubblici.

PROVINCIA	N COMUNI TOTALI	N COMUNI BENEFICIARI	% PROVINCIA	N DI INSTALLAZIONI
CAGLIARI	71	27	38,02%	55
CARBONIA-IGLESIAS	23	11	47,82%	31
MEDIO CAMPIDANO	28	19	67,85%	38
OGLIASTRA	23	10	43,47%	17
ORISTANO	88	23	26,13%	37
NUORO	52	23	44,23%	44
SASSARI	66	30	45,45%	60
OLBIA TEMPIO	26	4	15,38%	18

Di seguito è presente la tabella relativa la numero dei comuni beneficiari del finanziamento regionale per l’installazione di pannelli solari e fotovoltaici, per provincia, rispetto ai comuni totali, per l’anno 2009, in cui il bando aveva come destinatari i soggetti privati. Come si può notare il numero degli impianti è considerevolmente aumentato, in virtù della sensibilizzazione al tema della produzione di “energia pulita”.

211

PROVINCIA	N COMUNI TOTALI	N COMUNI BENEFICIARI	% PROVINCIA	N DI INSTALLAZIONI
CAGLIARI	71	67	94,36%	1068
CARBONIA-IGLESIAS	23	23	100,00%	253
MEDIO CAMPIDANO	28	17	60,71%	198
OGLIASTRA	23	20	86,95%	354
ORISTANO	88	57	64,77%	342
NUORO	52	40	76,92%	436
SASSARI	66	51	77,27%	658
OLBIA TEMPIO	26	22	84,61%	165

Si presenta, quindi, la tabella relativa al numero degli impianti finanziati nel 2007 e nel 2009 nei comuni costieri della Sardegna (i bandi regionali del 2007 e del 2009 contengono i dati sensibili di commento vista la disponibilità economica del finanziamento). Si nota l’incremento del numero dei pannelli, nonostante la piccola variazione dei comuni beneficiari.

PROVINCIA	N COMUNI COSTIERI BENEFICIARI		N INSTALLAZIONI NEI COMUNI COSTIERI	
	2007	2009	2007	2009
CAGLIARI	16	15	359	539
CARBONIA-IGLESIAS	6	7	83	74
MEDIO CAMPIDANO	1	1	2	8
OGLIASTRA	5	8	70	211
ORISTANO	6	7	77	132
NUORO	4	4	20	106
SASSARI	8	8	92	128
OLBIA TEMPIO	9	12	54	106

Fig.18 Tabella relativa all’anno 2008 per gli Enti pubblici

Fig.19 Tabella relativa all’anno 2009

Fig.20 Tabella relativa al confronto sensibile tra il 2007 e il 2009 per quanto concerne i comuni costieri della Sardegna

Di conseguenza, si mostra anche la tabella relativa al numero di impianti finanziati nel 2007 e nel 2009 nei comuni dell’entroterra della Sardegna. Anche in questo caso si ha un notevole incremento e, dal raffronto delle due tabelle, si evidenzia come il maggior numero di impianti, in proporzione, sia presente nei comuni costieri rispetto a quelli dell’entroterra.

PROVINCIA	N COMUNI ENTROTERRA BENEFICIARI		N INSTALLAZIONI NEI COMUNI ENTROTERRA	
	2007	2009	2007	2009
CAGLIARI	51	52	512	529
CARBONIA-IGLESIAS	12	16	130	179
MEDIO CAMPIDANO	14	16	99	190
OGLIASTRA	13	12	180	143
ORISTANO	36	50	166	210
NUORO	26	36	129	330
SASSARI	31	43	298	530
OLBIA TEMPIO	6	10	20	59

Si riportano, infine, le tabelle relative al numero di impianti installati nel 2007 e nel 2009 nei comuni della Sardegna, suddivisi per provincia, in funzione dell’altitudine, per illustrare e comprendere il rapporto esistente fra alcuni caratteri paesaggistici e la tendenza all’installazione dei pannelli.

PROVINCIA	<200m	IMPIANTI	200-500m	IMPIANTI	500-1000m	IMPIANTI	>1000m	IMPIANTI
CAGLIARI	21	281	34	412	12	178	0	0
CARBONIA-IGLESIAS	15	102	3	111	0	0	0	0
MEDIO CAMPIDANO	8	82	7	19	0	0	0	0
OGLIASTRA	6	125	4	30	8	95	0	0
ORISTANO	20	128	20	95	2	20	0	0
NUORO	3	6	8	37	17	96	2	10
SASSARI	12	113	20	244	7	33	0	0
OLBIA TEMPIO	2	7	10	54	3	13	0	0

PROVINCIA	<200m	IMPIANTI	200-500m	IMPIANTI	500-1000m	IMPIANTI	>1000m	IMPIANTI
CAGLIARI	37	864	20	129	10	75	0	0
CARBONIA-IGLESIAS	22	211	1	42	0	0	0	0
MEDIO CAMPIDANO	11	115	6	83	0	0	0	0
OGLIASTRA	8	190	4	55	8	109	0	0
ORISTANO	28	231	26	104	3	7	0	0
NUORO	6	79	12	118	20	202	2	37
SASSARI	13	170	29	435	9	53	0	0
OLBIA TEMPIO	9	94	8	47	5	24	0	0

Questi approfondimenti effettuati sul territorio della Sardegna, riportati sottoforma di tabelle riassuntive, e contenenti tutti i dati sui quali approfondire gli studi sull’accettabilità delle tecnologie e le sperimentazioni sui comuni della Sardegna, suddivisi in funzione dei diversi caratteri paesaggistici e tipologici, nel proseguo del percorso

Fig.21 Tabella relativa al confronto sensibile tra il 2007 e il 2009 per quanto concerne i comuni dell’entroterra della Sardegna

Fig.22 Tabella relativa all’anno 2007

Fig.23 Tabella relativa all’anno 2009



di ricerca, hanno avuto un'importanza strategica per la scelta degli esperimenti progettuali.

Infatti, gli scenari scelti sono uno dei possibili approfondimenti dei casi emblematici del territorio sardo, presi ad esempio a partire da quei fattori che determinano le scelte progettuali legate alle energie rinnovabili. Dei fattori di cui si parla, alcuni sono dati, come quelli morfologici (la forma dell'insediamento, le trame del paesaggio, i caratteri distributivi dell'edificato e la topografia del territorio), o quelli climatici e meteorologici (l'esposizione, sotto le diverse accezioni, alle principali fonti di energia, il vento, il sole e l'acqua). Altri però emergono dai casi scelti, quali l'assenza di uno strumento progettuale che vada oltre una generica e superficiale integrazione dei nuovi dispositivi nel costruito, e l'assenza di una conoscenza sociale della necessità di ragionare sul salto di scala per ampliare il campo di attenzione dal singolo edificio o dal singolo campo all'insieme, alle parti della città, e quindi all'intero organismo urbano.

213

Il percorso progettuale non vuole essere la conclusione dello studio su questi temi, ma vuole rappresentare l'inizio dell'indagine sulla possibilità che i paesaggi esistenti possano trasformarsi, riconoscendo nelle fonti di energia rinnovabile, nelle loro possibili interpretazioni e nello sviluppo delle tecnologie bioclimatiche, una potenzialità, nella valorizzazione dei caratteri della realtà esistente, in continua evoluzione, attraverso il progetto contemporaneo alle diverse scale, inteso come strumento senza soluzione di continuità con la trasformazione fisica dei luoghi. La città di Cagliari e la città di Quartu Sant'Elena rappresentano rispettivamente l'esempio della città costiera, capoluogo di regione, a "misura d'uomo" per le sue caratteristiche formali e i suoi valori paesaggistici, ma "a misura di automobile e cemento" per le modalità in cui viene vissuta, e l'esempio di una città contentente inconsapevolmente tutti i caratteri della contemporaneità. La necessità di suddividere la città in parti per comprenderne a fondo i caratteri utili al piano, ha determinato la scelta di lavorare sul centro storico, come espressione massima della difficoltà della città di adattarsi al mutamento delle fonti di energia, a, allo stesso tempo, come luogo di ibridazione della cultura, della storia, dell'anima e, perchè no, dell'energia della città.

### 6.3 Il centro storico: lo scenario

<sup>9</sup> Rifkin J., (2010), *"A Third Industrial Revolution, Master Plan to Transition Rome into the World's First Post-Carbon Biosphere City"*, [www.comune.roma.it](http://www.comune.roma.it)

L'approfondimento sperimentale parte dal centro storico, un'area, come noto, fortemente consolidata dal punto di vista della morfologia e dei connotati culturali ed estetici. Si tratta di un contesto complesso che, nel tempo ha subito importanti processi di modificazione anche molto radicali, che hanno comportato la formazione di sistemi edilizi stratificati, soprattutto in Sardegna, per via della tendenza all'ampliamento e alla sostituzione. Questi caratteri diventati, ormai, fortemente identitari diventano anche i protagonisti a livello strategico, in una nuova lettura "energetica" della città, per l'acquisizione della consapevolezza di una nuova geografia urbana, fondata su accenti di carattere energetico e bioclimatico.

214

L'approccio proposto si fonda su una analisi comparata fra l'equilibrio dello stato di fatto e le potenzialità di produzione di energia in termini di prestazioni energetiche. Secondo l'idea di Jeremy Rifkin "la città diventa un'entità autoregolatrice che si mantiene in uno stato di stabilità, di omeostasi, che deve continuamente ristabilirsi in funzione dei cambiamenti che vengono proposti dall'uomo"<sup>1</sup>. L'approfondimento sperimentale, che risulta fortemente legato al modello della Terza Rivoluzione Industriale proposto da Rifkin, trattato nelle sezioni precedenti, sottolinea l'interconnettività zonale, tale da congiungere i diversi caratteri del centro storico, commerciale e residenziale, per la formazione di un'entità senza soluzione di continuità, connessa da energie rinnovabili prodotte al livello locale, e condivise attraverso una rete intelligente e diffusa per l'energia elettrica.

Grazie allo studio delle esperienze europee, sembra evidente che i primi passi verso la Terza Rivoluzione Industriale di Rifkin, siano: migliorare l'efficienza dell'attuale utilizzo energetico, lavorando con l'equilibrio esistente all'interno delle aree scelte, e ridurre lo spreco di energia, in modo da tagliare il livello della domanda per la generazione di energia rinnovabile.

Nel centro storico è possibile individuare alcune possibilità principali per l'efficienza energetica con un ritorno sui costi, ossia opportunità in cui i costi si ripagano con il tempo:

- Il miglioramento della resa termica degli edifici, inteso come opportunità di ottimizzazione i caratteri esistenti, in termini di comparazione

con le necessità insite nello sfruttamento delle fonti di energia rinnovabile;

- L'ottimizzazione della domanda di energia negli edifici, dipendente dalle possibilità di riorganizzazione delle priorità energetiche nelle diverse tipologie edilizie;
- La riduzione del consumo e dello spreco di acqua, fortemente connesso all'idea tecnologica di network dell'energia;
- L'utilizzo dello spazio pubblico come luogo della condivisione dell'energia, grazie all'analisi del rapporto fra l'esistente, in tutti i suoi caratteri, e le opportunità date dall'energia intesa in tutte le sue forme.

Lo spreco di energia è attribuibile a problemi commerciali di larga scala, come la mancanza di sistemi per la gestione degli stabili, per controllare l'utilizzo energetico, e di azioni domestiche su scala ridotta, come il riscaldamento e la climatizzazione eccessivi, oppure l'accensione delle luci nelle camere vuote. In primo luogo, quindi, è necessario sottolineare come l'individuo abbia un ruolo fondamentale in questa trasformazione, in quanto si rendono necessari cambiamenti comportamentali nell'utilizzo dell'energia e della tecnologia. La tecnologia informatica può assumere un ruolo di primaria importanza, perché può controllare ogni attività, compresa quella "energetica"; infatti, la migliore strategia per l'efficienza energetica, coerente con la Terza Rivoluzione Industriale, dovrebbe integrare soluzioni di comunicazione per l'energia. Ad esempio, la sola installazione di sistemi per la gestione degli edifici potrebbe migliorare l'efficienza, fornendo informazioni ai consumatori e agli operatori dell'energia<sup>10</sup>. Per la prima volta la tecnologia può rendere possibile la "ristrutturazione" dei luoghi esistenti e, contemporaneamente, la progettazione di nuovi luoghi che creano, in parte o anche in toto, il proprio fabbisogno di energia dalle FER disponibili a livello locale, così da consentire che gli edifici diventino delle vere e proprie centrali elettriche e lo spazio aperto diventi il luogo della trasmissione dell'energia.

La costruzione di una rete fra gli edifici può contribuire a mantenere una rete elettrica stabile ed affidabile. Se tali edifici sono efficienti dal punto di vista energetico, e sono in grado di creare più energia di quanta viene consumata, in certi periodi della giornata o della settimana, l'energia in eccedenza potrà essere immagazzinata o trasmessa, attraverso lo spazio pubblico, dagli utenti nelle vicinanze.

Un'importante vantaggio di una tecnologia simile ubicata a livello locale, è la quasi totale eliminazione delle perdite di calore e della corrente dovuta alla trasmissione, che costituiscono i principali problemi delle tecnologie bioclimatiche legate alle FER.

Ci si domanda a questo punto, quali siano, effettivamente, le esigenze generali del centro storico in questo senso. L'opinione pubblica risponde a questa domanda dicendo che "il centro storico deve essere un luogo piacevole, collegato e vivace, con spazi aperti accessibili e strade libere dal traffico"<sup>11</sup>. Allo scopo di "progettare" questo paesaggio occorrono abitazioni con appartamenti di qualità, sostenibili ed efficienti dal punto di vista energetico, in modo da incrementare la densità abitativa del centro storico e da contribuire a mantenere una comunità vivace; occorre, inoltre, allo stesso tempo ottimizzare i trasporti pubblici, e la vita efficiente in senso energetico, come parametro essenziale per assicurare un alto livello di sostenibilità urbana.

<sup>11</sup> Dai report del sito [www.rinnovabili.it](http://www.rinnovabili.it), sul gradimento delle energie rinnovabili

216

I centri storici scelti per sperimentare l'approccio proposto sono quelli di Quartu Sant'Elena, nell'area del quartiere di Cepola, e di Cagliari, nel quartiere di Castello. Si è ritenuto opportuno scegliere queste aree, innanzitutto per gli approfondimenti, di cui si è parlato, maturati durante gli anni di studio e di ricerca, ma anche per le loro profonde differenze dal punto di vista topografico, tipologico e materico, che consentono di sperimentare il metodo su due contesti molto diversi e capirne gli elementi di forza e di debolezza.

La metodologia propone alcuni indicatori di partenza, con l'obiettivo di stabilire lo strumento operativo per una valutazione qualitativa della geografia del centro storico. Si tratta del tentativo di fissare alcuni punti necessari, da una parte, a definire la qualità dei luoghi esistenti, e dall'altra, a fornire una traccia da seguire per le nuove trasformazioni energetiche. Una particolare attenzione si intende dedicare alla descrizione degli indicatori, poiché la variabilità e i fattori di dipendenza dagli indicatori potrebbero creare un grado elevato di ambiguità nella fase di applicazione dell'approccio proposto.

Lo sforzo è quello di stabilire, a partire dagli indicatori, i parametri progettuali che forniscano una guida alla pratica professionale, mantenendo il loro ampio grado di flessibilità, in modo da consentire l'interpretazione delle specifiche problematiche che si possono incontrare nei differenti luoghi di intervento.

Gli indicatori sono di tre tipi:

- Morfologico**, comprendente la densità e l'orientamento (dipendente dall'irraggiamento solare);
- Materico**, comprendente i materiali dello spazio aperto e i materiali dell'edificato, esistenti e nuovi;
- Percettivo**, comprendente la temperatura, la ventilazione e l'umidità.

Per ciascuno di questi indicatori sono stati elencati i parametri ritenuti significativi, alcuni dei quali (aspetto che è necessario precisare) si riferiscono a più indicatori, proprio a dimostrazione del fatto che nell'ottica di una lettura bioclimatica la città diventa un sistema, che per definizione non può essere letto se non attraverso le sue parti afferenti l'una all'altra, in tutte le caratteristiche. Le variabili che entrano in gioco sono sia quantitative, ad esempio nel parametro densità giocano un ruolo fondamentale i rapporti geometrici fra l'edificato e lo spazio pubblico; sia qualitative, ad esempio il valore simbolico che un particolare edificio o elemento architettonico può avere nel contesto scelto. Gli indicatori, inoltre, sono sia di tipo descrittivo, infatti trattando nello specifico la categoria dei materiali, ad esempio, gli elementi architettonici restituiscono i caratteri identitari di un luogo; sia di tipo prestazionale, infatti, sempre nella categoria dei materiali presa come esempio, la sfida è quella di capire il rapporto fra i materiali radicati nel luogo e le loro possibilità di produzione energetica o di trasformazione efficiente. Mentre i primi restituiscono un'istantanea del caso studiato e possono definire gli obiettivi da raggiungere o le problematiche da risolvere, i secondi rappresentano gli obiettivi finali per l'ottenimento di un nuovo concetto di "sostenibilità" urbana.

217

Partendo dalla descrizione dei parametri di ciascun indicatore si descrive l'approfondimento sperimentale e le prospettive che può aprire questo tipo di approccio.

L'indicatore **morfologico** comprende:

**1.**La densità edilizia. Riguarda i rapporti geometrici esistenti all'interno del centro consolidato e lo descrive dal punto di vista formale; la geometria è data dai dati relativi all'altezza degli edifici, alla distanza tra di essi, dalle dimensioni dello spazio pubblico, e dalla presenza o assenza di spazi aperti privati, come le corti o le logge.

**2.L'orientamento.** Valuta da una parte la disposizione degli edifici rispetto ai punti cardinali, e la disposizione degli elementi costitutivi dell'architettura dell'edificio, in particolare la copertura, le aperture e i prospetti, e analizza la coerenza della disposizione degli spazi pubblici, e degli arredi in esso presenti, in rapporto alle fonti di energia rinnovabile sfruttabili. Dall'altra parte è inteso come la direzione dell'azione dei raggi solari durante il giorno, che influisce sull'edificio in termini di soleggiamento e ombreggiatura, quindi in termini di esposizione, che dipende dall'orientamento degli edifici e dello spazio aperto e dalla loro densità, appunto. Si configura come un parametro morfologico, che può condizionare la vivibilità e il microclima di un luogo nei vari momenti della giornata e nelle varie stagioni, e che può dare gli input per quegli inserimenti che condizionano il nuovo modo di intendere gli spostamenti e le permanenze nel centro.

L'indicatore **materico** è costituito dai seguenti parametri:

218

**1.I materiali degli edifici.** Soprattutto in quest'area i materiali hanno un ruolo determinante, perché da essi dipendono, in primo luogo, le prestazioni energetiche degli edifici, e in secondo luogo, il valore storico/identitario del centro storico. Quindi agire su di essi significa poter modificare i dati prestazionali per consentire minori sprechi e maggiori potenzialità di produzione di energia, anche se è difficile agire in termini di modificazioni profonde, se non in termini di ottimizzazione delle potenzialità già presenti, nell'ottica della costruzione di una rete. Inoltre, i materiali contribuiscono in maniera importante alla trasmissione del calore, alla schermatura dai raggi solari, e alla riflessione della luce. Infine, giocano un ruolo fondamentale i nuovi materiali che afferiscono alla tecnologia bioclimatica, quali i pannelli fotovoltaici e solari, gli infissi ad alta prestazione energetica e gli involucri di ultima produzione. Accanto ai materiali si inseriscono anche le nuove tecniche costruttive, in particolare il Retrofit, consistente nel miglioramento dell'efficienza termica per affrontare sia le estati calde, sia gli inverni freddi; nel riempimento delle pareti vuote; nella coibentazione delle pareti solide. Possono ritenersi importanti anche le tecniche di ventilazione naturale, caratterizzata anche dalla semplice apertura di una finestra.

**2.I materiali dello spazio aperto.** L'organicità dei materiali dello spazio aperto dipende dai caratteri già descritti per l'edificio, ma, tra questi, è necessario considerare anche la vegetazione, che è l'elemento naturale



che contribuisce alla riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub> nell'atmosfera e che contribuisce alla pulizia dell'aria dall'inquinamento. Non da sottovalutare sono anche le potenzialità morfologiche della vegetazione, in quanto può strutturare lo spazio in termini di percorrenza e può favorire la creazione di aree d'ombra, per rimediare all'eccessiva esposizione.

L'indicatore **percettivo** è caratterizzato dai successivi parametri:

**1. Il calore.** Valuta lo scambio termico che si genera tra sistemi termodinamici distinti, in presenza di una differenza di temperatura. Questa grandezza fisica, può diventare parametro di definizione di un luogo, in quanto analizzando i dati quantitativi della temperatura media stagionale in una data area, e analizzando il comportamento del sole (inteso come intensità e angolazione della radiazione), insieme al parametro della densità geometrica (sempre influente), è possibile individuare quelle aree dove si può sostare, dove si può camminare, o dove lo spazio può essere inteso come un luogo differente, per arrivare alla costruzione di nuovi modi di vita, nelle diverse stagioni e nel corso del tempo. Per comprendere a fondo la definizione dei luoghi dati dal calore, è necessario conoscerne alcune proprietà di trasmissione, ai fini della comprensione della grandezza, e, quindi, dell'utilizzazione della stessa come materiale concreto.

Il calore si propaga secondo tre modalità: la conduzione termica, quando il mezzo di trasmissione è un solido (è il caso degli edifici a stretto contatto fra loro); la convezione termica, quando il mezzo di propagazione è un fluido, liquido o gassoso, e quando la propagazione è generata dallo spostamento relativo di molecole, con l'intervento di un gradiente di densità legato ad un gradiente di temperatura; la radiazione termica, quando si ha l'assenza di un mezzo fisico di propagazione, perché due sistemi ricevono ed emanano onde elettromagnetiche. Per le caratteristiche fisiche del centro storico, le modalità di trasmissione del calore, si mescolano e si sovrappongono, generando uno scambio termico globale. Il calore è la grandezza fondamentale che contribuisce a quell'entità conosciuta come "isola di calore urbana". La trasmissione di calore nella formazione della trappola termica è fortemente legata ai piani di analisi quali la morfologia e i materiali dell'ambiente costruito, ad esempio la riduzione della superficie di vegetazione è causa della diminuzione del meccanismo di evaporazione del calore, mentre l'asfalto e il cemento sono buoni accumulatori di calore .

**2.La ventilazione.** Costituisce l'analisi della prevalenza e della velocità dei venti dominanti nelle diverse stagioni, che formano i dati attraverso cui individuare i canali preferenziali del vento, fortemente dipendenti dalla conformazione geometrica dell'edificio, ed in particolare dalla densità, e sui quali è possibile ragionare in termini di sfruttamento della ventilazione naturale, anziché meccanizzata. Contemporaneamente prevedere strumenti di intervento atti a costituire una barriera per il vento, oppure, viceversa, agevolare, con espedienti progettuali, la canalizzazione del vento.

**3.L'umidità.** Il riferimento è all'acqua presente nell'aria, che può diventare un materiale sotto due punti di vista. Il primo di questi è, appunto, l'umidità che condiziona la permanenza in luogo e favorisce la formazione di fenomeni, quali la foschia o la nebbia; il secondo è l'acqua piovana, che ha un ruolo anche sul piano materico in senso stretto perché può contribuire alla produzione di energia in termini di recupero delle acque meteoriche per il fabbisogno energetico di acqua.

220

Tutti questi parametri producono cambiamenti nei modi di vita della città, perché lavorano su aspetti che non afferiscono solo alla forma e alla dimensione, ma anche e soprattutto all'energia come materiale costruttivo, ottenuta dalle fonti di energia rinnovabile, che, per loro natura, si fondano su un "funzionamento" dinamico, che dipende da variabili, quali le ore della giornata, l'intensità, e le condizioni atmosferiche. Sui casi pratici si cerca, quindi, di svolgere una analisi comparata tra la situazione di equilibrio termodinamico, formale e sociale del centro storico scelto e le possibilità di trasformazione energetica e di capire come queste variabili possono diventare strumento di lettura dello spazio.

Il presupposto di partenza, come detto, è che il centro storico, per avere una nuova identità energetica deve diventare una rete, in cui gli elementi costitutivi, ovvero gli edifici e lo spazio pubblico, diventano i nodi e i rami di produzione e trasmissione dell'energia, avendo come riferimento la preminenza dei valori storici del contesto, sia stato conservato o modificato nel tempo. Il pilastro su cui si fonda la rete, come sostenuto e assunto dalla ricerca come postulato interessante, è l'immagazzinamento dell'idrogeno, che può avvenire a livello gassoso, con un basso costo incrementale rispetto ai dispositivi tradizionali per l'immagazzinamento dell'energia elettrica, come le batterie.

<sup>12</sup> Si rimanda per approfondimenti alla Parte Terza

Questo è reso possibile dal fatto che l'energia rinnovabile è in grado di produrre l'energia elettrica per decomporre l'acqua in idrogeno e in ossigeno attraverso l'elettrolisi.

La sperimentazione avviene attraverso due strumenti di disegno, la pianta e la sezione, che vengono utilizzati in maniera schematica per la spiegazione dell'utilizzo dei diversi indicatori, a dimostrazione del fatto che non si può prescindere dalla terza dimensione per l'analisi di un contesto. Questi due strumenti costituiscono gli elementi strutturali del progetto, al quale ci si riferisce per le trasformazioni di un ambito di paesaggio.

#### **6.4 L'applicazione sperimentale: il quartiere di Cepola a Quartu Sant'Elena e il quartiere di Castello a Cagliari**

L'approfondimento progettuale si sviluppa sulla comparazione fra le caratteristiche esistenti nei due casi studio scelti per lo scenario del centro storico e le potenzialità di produzione dell'energia, nell'ottica della costruzione di una rete intelligente basata sul concetto chiave della trasmissione di energia, prodotta da fonti rinnovabili.

221

L'analisi comparata si svolge sulla base degli indicatori, spiegati in precedenza per il centro storico, infatti per ogni tipologia di area presa in esame, scelta per le caratteristiche ovviamente differenti, viene studiato, in primo luogo, l'equilibrio dei parametri, afferenti agli indicatori, allo stato attuale, e, in secondo luogo, vengono, per ogni parametro, studiate le potenzialità di produzione di energia, in funzione delle possibilità approfondite nei casi studio europei<sup>12</sup>.

La comparazione rende possibile la costruzione di matrici, attraverso le quali si esplicano le potenzialità "energetiche" delle aree esistenti, sfruttando appieno il rapporto tra omeostasi e produzione di energia, e dando all'approfondimento della ricerca il ruolo di scoprire le nuove forme di qualità urbana, e la nuova declinazione del termine "sostenibilità".

Prima di comprendere quali potranno essere gli immediati utilizzi e gli usi futuri di questo approccio è necessario illustrare come l'approccio si sviluppa e su quali unità lavora, e spiegare quali sono le possibilità di trasformazione del centro storico e in che senso avvengono.

In primo luogo, l'unità di base sulla quale si opera è l'**isolato** per alcuni motivi che di seguito vengono spiegati:

- si tratta di una dimensione spaziale che comprende un numero di edifici, tanto vasto per studiare i caratteri di differenti tipologie degli edifici e dello spazio aperto a stretto contatto, quanto piccolo per poter effettuare considerazioni credibili sugli indicatori;
- occupa una posizione all'interno del contesto del centro storico, e possedendo un'orientamento, una forma, una connotazione spaziale nelle tre dimensioni, può essere studiato nello specifico in funzione delle direzioni del vento e del sole prevalenti;
- in certi casi, ha caratteri topografici completamente propri, tanto da avere comportamenti microclimatici profondamente diversi dal contesto generale del centro storico;
- ha le dimensioni giuste per diventare un' "isola" di energia pulita, autosufficiente, esattamente come i piccoli nuclei urbani che nascono come ecoquartieri nelle frange della città;
- può sfruttare a pieno le risorse, intese in termini spaziali, locali per l'applicazione di piccole tecnologie che consentano il funzionamento passivo e attivo nello sfruttamento delle fonti rinnovabili;
- può usufruire di migliori o peggiori condizioni di utilizzo delle tecnologie bioclimatiche o delle fonti di energia, e quindi funzionare o come produttore di energia elettrica per la città, o come ricevente dell'energia prodotta da altri isolati, o come luogo dello smistamento dell'energia all'interno del quartiere;
- può, grazie alla geometria, "funzionare" come riserva di accumulo di energia, e quindi come vero e proprio nodo, che, per definizione deve avere dimensioni ridotte;
- pur essendo caratterizzato orientativamente da tipologie edilizie simili, è possibile trovare le differenze dei materiali utilizzati sia nell'edificio che nello spazio aperto, senza fare un ragionamento settoriale ridotto ad un unico edificio;
- consente una conoscenza più approfondita dei caratteri sociali, perchè comprende una piccola parte di abitanti e di attività, che lo rendono differente dagli altri isolati del quartiere;
- trattandosi di un insieme di edifici, nei quali convivono differenti funzioni, è possibile studiarne l'efficienza dal punto di vista dei consumi e degli sprechi di energia.

La scelta dell'isolato come unità di base comporta che la selezione degli isolati per la sperimentazione del metodo sia avvenuta su luoghi che avessero caratteristiche differenti dal punto di vista dei tre indicatori.

Il progetto si sviluppa in una prima fase in cui l'isolato viene analizzato secondo i parametri spiegati per ciascun indicatore, e, per ogni parametro, viene stilata una scheda in cui vengono indicati i punti di forza e i punti di debolezza che l'isolato ha rispetto a ciascun parametro energetico, appunto.

Nella seconda fase, la sintetizzazione delle schede stilate consente l'elaborazione di alcune linee guida, che comprenderanno sia gli aspetti ritenuti positivi, ovvero le potenzialità da sfruttare, sia gli aspetti ritenuti negativi, ovvero le problematiche da risolvere, nell'ottica di una conversione dell'isolato all'utilizzo dell'energia pulita, per ciascun indicatore. Questo passaggio consentirà all'isolato di essere inserito in una classe di appartenenza.

Le classi di appartenenza sono tre:

CLASSE A\_ isolati con elevate potenzialità da sfruttare

CLASSE B\_ isolati con egual entità di potenzialità da sfruttare e problematiche da risolvere

CLASSE C\_ isolati con gravi problematiche da risolvere

In funzione della classe di appartenenza verrà indicata una nuova "tipologia" energetica di isolato, alla quale sono associate le possibili azioni progettuali di riferimento. Le azioni progettuali associate ad ogni isolato riguardano gli interventi di riqualificazione energetica del patrimonio edilizio-residenziale, sia privato, ma anche pubblico laddove fosse presente; gli interventi di riqualificazione energetica degli edifici pubblici, che richiedono impianti di maggiore entità e tecnologie di maggiore "freschezza" informatica; gli interventi di riqualificazione del tessuto dello spazio pubblico, laddove fosse presente o "chiedesse" alla città di diventarlo; gli interventi di costruzione della rete energetica, per la resa dell'autosufficienza dell'isolato; la risoluzione dei problemi legati alla mobilità.

Si indicano le azioni come possibili perchè per ciascun caso dovranno essere svolte le dovute analisi quantitative sui consumi energetici e sul "bisogno" di energia, ed economiche sulle tecnologie e sugli interventi proposti. Pertanto le indicazioni progettuali costituiscono unicamente le

possibilità di modifica spaziale ed estetica, in funzione dell'isolato, ma non, in questa fase, le modificazioni necessarie per tutti gli edifici e per tutte le tipologie di spazio aperto dell'isolato.

E' necessario precisare che ciascuna tipologia di isolato potrà appartenere ad una classe per quanto concerne l'edificio, ma ad una classe diversa per quanto concerne lo spazio aperto, il motivo è legato alle problematiche che presenta in fase di progetto. Questa nuova lettura energetica costituisce il nuovo punto di partenza per la redazione di un apporto sperimentale ai piani settoriali relativi all'energia. Si tratta di un esperimento che si sforza di lavorare *con* e *per* il luogo e non contro il luogo, nel rispetto dei caratteri identificativi spaziali e sociali. L'apporto si sovrappone ed utilizza il piano urbanistico per l'individuazione dei caratteri spaziali e degli indici progettuali, e potrà fornire una nuova lettura urbana, data da nuove indicazioni progettuali.

224

Questa lettura, che potrà diventare una pianta con vere e proprie linee guida, e con documenti allegati sulla falsariga delle Norme Tecniche di Attuazione del PUC, sarà, da una parte, composta da piccoli tasselli energetici aventi ciascuno le proprie specificità sotto il profilo della produzione energetica, ma, dall'altra parte, metterà in evidenza un programma/processo volto alla creazione di una rete di energia, dando una prima e possibile risposta al concetto di sostenibilità urbana.

Gli isolati costruiscono, così, sul territorio (in questo caso specifico nel centro storico) una serie di celle (griglie), appartenenti a diverse classi di progetto; inoltre, riescono, grazie alle azioni progettuali derivate dallo studio degli indicatori, a diventare parti di città, ciascuna con le proprie specificità energetiche, grazie alla produzione di energia dalle fonti rinnovabili.



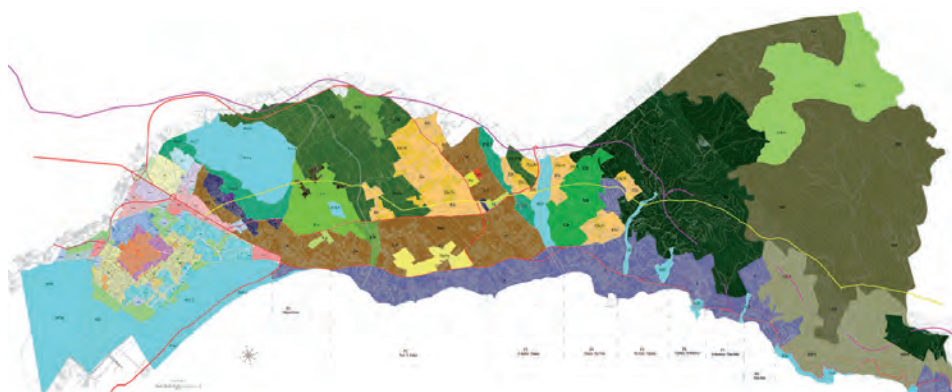
<sup>13</sup> La definizione è tratta dal Piano Particolareggiato del centro storico di Quartu, nella Relazione Generale del Piano di Recupero di Cepola Sant'Efisio, redatta dai coordinatori generali Prof. Ing. Enrico Corti e Prof. Ing. Antonello Sanna

## Il quartiere di Cepola.

*Inquadramento generale.* Si tratta della più importante "area sensibile" della città delle antiche corti<sup>13</sup>. Dal dopoguerra in poi le trasformazioni avvenute nel tessuto edilizio sono state perlopiù peggiorative della condizione abitativa generale e le tendenze di modificazione sono volte al recupero ed al restauro, in termini di rivalutazione delle culture materiali e del "principio di continuità".

Nel quadro urbano del fuso sono presenti, tra le due chiese di testata, alcune delle più grandi case-fattoria, che assieme alle residenze padronali con il loggiato, costituiscono complessi anche imponenti.

Dall'altra parte, nell'area sud-est, è presente il quartiere popolare di "Funtan'e ortus", nel quale le case rappresentano la concentrazione del tasso di degrado fisico- tipologico, tra i più evidenti della città di Quartu Sant'Elena.



- zona F - la fascia turistico - residenziale litoranea
- sottozona CF - Flumini - Sant'Andrea
- sottozona H2F - ambiti naturalistici di salvaguardia
- sottozona E2b - il paesaggio agrario precollinare
- sottozona E3c - la "campagna abitata" ed i nuclei di concentrazione insediativa
- sottozona HG3 - parco d'acqua del Rio Sa Tanca
- sottozona E1-E2a - parco agricolo del vigneto

Fig.24 Piano Urbanistico Comunale - Carta della zonizzazione del Territorio Comunale



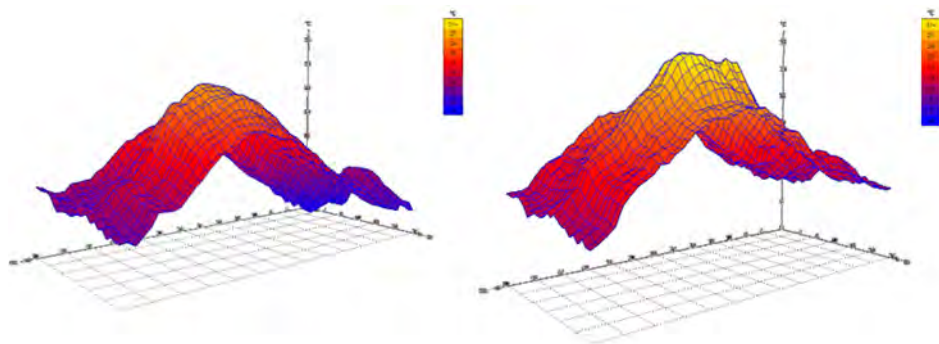
I materiali degli edifici del quartiere possono essere ricondotti ad alcune categorie principali:

- La muratura in ladiri a filo strada di gran parte degli edifici, con l'utilizzo del mattone in terra cruda per tutte le parti recuperate nel corso degli anni, come materiale prevalente nelle costruzioni storiche;
- Le grandi capriate in legno, per la copertura delle luci fuori dalle ordinarie dimensioni;
- Le coperture a falde rivestite di coppi laterizi e le coperture piane (di recente realizzazione) costruite con il cemento;
- Gli infissi prevalentemente in legno, con le aperture realizzate in mattoni cotti o in pietra nella creazione di archi a sesto ribassato;
- Le pavimentazioni dello spazio aperto prevalentemente in asfalto, fatta eccezione per alcune parti di recente modificazione in pietra da taglio e acciottolato (con una connotazione più tipica dei centri storici e dello spazio pubblico).

*Il clima.* Il quartiere appartiene alla Zona Climatica C, ovvero la zona in cui i gradi-giorno sono compresi fra 900 e 1400, dove per gradi giorno si intende la somma, estesa a tutti i giorni di un periodo annuale convenzionale di riscaldamento, delle sole differenze positive giornaliere tra la temperatura dell'ambiente, convenzionalmente fissata a 20° C, e la temperatura media esterna giornaliera .

Fig.25 Ingrandimento del quartiere di Cepola, elaborazione dal CTR 1998

I dati relativi alla temperatura media vengono riportati di seguito nei grafici riassuntivi:



227

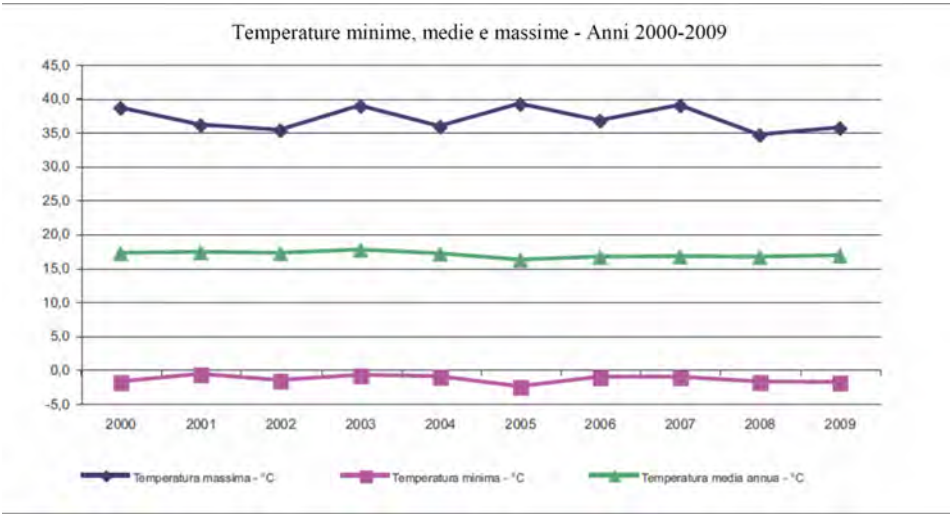


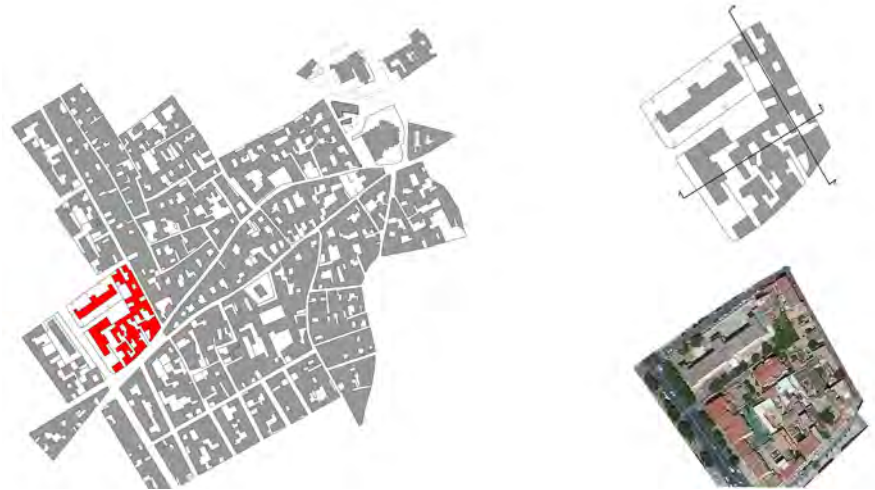
Fig.26 Grafici relativi alla temperatura invernale ed estiva nel quartiere di Cepola, dati ricavati dal software Ecotect

Fig.27 Grafico relativo alle temperature medie, massime e minime dal 2000 al 2009

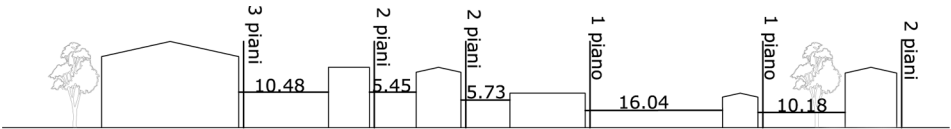
Per quanto concerne la ventilazione media, il vento prevalente è il vento di maestrale (nord-ovest) compreso fra 1,2 e 40 km/h, e il vento di scirocco (sud-est) compreso fra 0,4 e 60 km/h.

*Metodologia.* Si intende spiegare e approfondire la metodologia di progetto su cinque isolati del quartiere di Cepola, pertanto se per il primo caso, l'Area 1, verrà effettuata un'analisi completa e dettagliata per consentire la comprensione del processo, per gli altri isolati verranno riportate le schede che sono state sviluppate con i medesimi criteri.

In primo luogo, si individua la collocazione dell'Area 1 nel quartiere:



In secondo luogo, si studia l'isolato per ciascun indicatore, sulla pianta e sulla sezione, per capire le potenzialità dell'isolato in funzione dei singoli parametri di ciascun indicatore. Si inizia dall'indicatore morfologico, che comprende lo studio della densità e dell'irraggiamento solare.



In questo caso la densità mostra un punto di forza dell'isolato:

- la distanza fra gli edifici, per la presenza delle corti e degli spazi aperti, consente un aumento delle possibilità di trasmissione dell'energia
- la diminuzione del rischio di formazione della trappola termica
- l'aumento della possibilità di sfruttamento dell'illuminazione naturale

Fig.28 Pianta dell'Area 1

Fig.29 Sezione dell'Area 1 rappresentativa del parametro densità

Per quanto concerne l'irraggiamento si studiano le condizioni limite, ovvero le ore 10 e le ore 16 della stagione invernale e di quella estiva. Nelle sezioni vengono mostrati gli aspetti critici, ovvero le aree completamente ombreggiate per l'inverno e le superfici esposte al sole per l'estate.

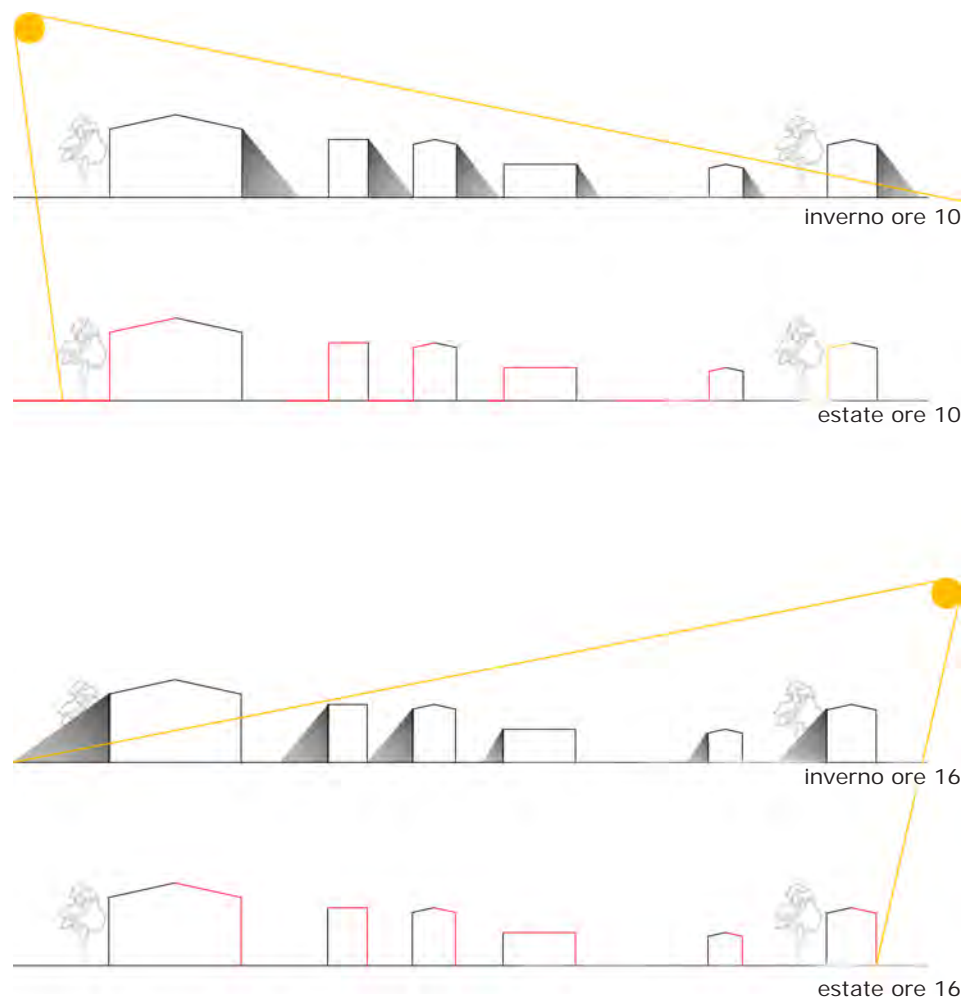


Fig.30 Sezioni dell'Area 1 rappresentative del parametro irraggiamento

Per l'irraggiamento si individuano tre punti di forza e due punti di criticità:

- l'orientamento per la stagione invernale, favorisce la captazione dell'energia solare  
il raffrescamento dello spazio aperto delle corti
- l'esposizione delle falde dei tetti a sud-ovest, consente l'inserimento della tecnologia fotovoltaica integrata
- l'esposizione delle pareti all'irraggiamento, consentono l'integrazione della tecnologia fotovoltaica per l'involucro  
lo sfruttamento delle aperture esposte a sud-ovest per l'accumulo di calore nella stagione invernale
- l'orientamento per la stagione estiva, aumenta il surriscaldamento delle pareti e delle coperture a falde esposte ai raggi solari d'estate
- l'esposizione delle aperture a sud-ovest, aumenta la temperatura interna nella stagione estiva

Si prosegue, poi, con l'indicatore materico, che comprende i materiali dell'edificato e i materiali dello spazio aperto.

230



Fig.31 Piante delle tipologie dell'Area 1



Il parametro relativo ai materiali dell'edificio individua due punti di forza.

- la tipologia edilizia nuova, favorisce l'integrazione delle diverse tecnologie bioclimatiche per la trasmissione di energia
- la presenza di edifici in ladiri e delle coperture in tegole sarde, consente un buon isolamento termico in tutte le stagioni

Il parametro relativo ai materiali dello spazio pubblico individua due punti di forza e un punto di criticità.

- la presenza della corte privata, favorisce lo sfruttamento dello spazio aperto per l'utilizzo di tecnologie per il recupero delle acque piovane
- la presenza della vegetazione all'interno degli spazi privati, diminuisce la produzione di CO2
- il surriscaldamento nella stagione estiva
- la presenza dell'asfalto nello spazio pubblico, accentua l'accumulo di calore e la trasmissione per radiazione

Infine, l'indicatore percettivo è quello che risulta più difficile da comprendere, perchè si riferisce ad una sfera, quella della percezione appunto, che, sebbene dipenda dalle fonti esterne, sia misurata tramite dati quantitativi, e si trasmetta attraverso fenomeni quantificabili con la termodinamica, in realtà dipende anche dalla sfera del sociale e dall'aspetto tattile ed olfattivo dei paesaggi. Da questo indicatore, però, dipende la vivibilità dei luoghi e, soprattutto, l'utilizzo delle tecnologie legate al comfort e al benessere (quali il condizionamento meccanizzato per la stagione estiva, o il condizionamento delle auto). L'indicatore comprende il calore, la ventilazione e l'umidità.

231

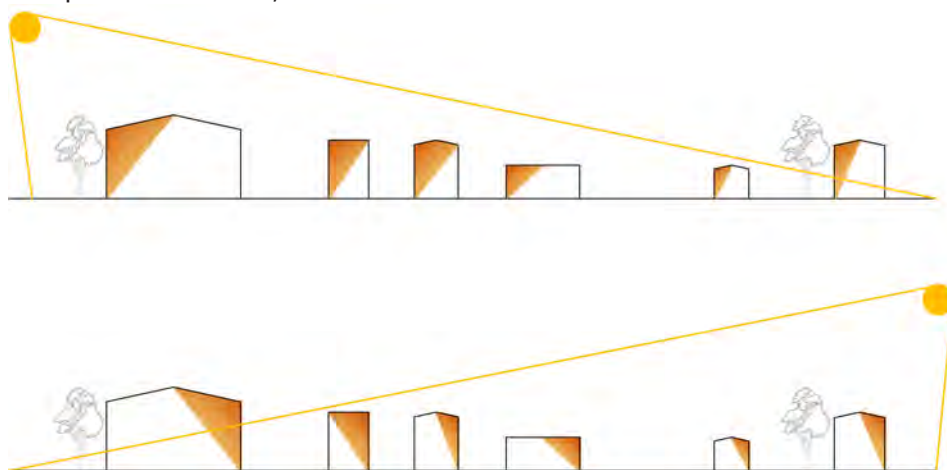


Fig.32 Sezioni dell'Area 1 rappresentative del parametro calore

Il calore evidenzia un punto di forza e un punto di criticità.

- l'accumulo di calore nelle abitazioni di inverno, consente lo sfruttamento di parte delle abitazioni per il riscaldamento degli ambienti interni il riscaldamento di alcuni spazi aperti in inverno
- la concentrazione di calore in alcune parti dell'edificio e dello spazio pubblico d'estate determina l'invivibilità delle parti delle abitazioni individuate in sezione

Per quanto concerne la ventilazione e l'umidità viene mostrata l'incidenza dei due venti prevalenti e l'intensità di incisione data dalla presenza o meno di edifici vicini o in prossimità.



232

La ventilazione mostra due punfi di forza e un punto di criticità.

- la presenza della vegetazione negli spazi aperti privati, contiene i fenomeni di alta ventosità
- la presenza di edifici di maggiore altezza, consente lo sfruttamento della ventilazione naturale
- l'esposizione al vento di scirocco, aumenta il rischio di umidità nell'aria e nelle abitazioni

Esplicitata la prima fase attraverso i disegni e l'individuazione dei punti di forza e di criticità dati dall'equilibrio attuale dell'isolato, rispetto ai parametri degli indicatori scelti, possono essere compilate le schede relative alla seconda fase, che mettono in evidenza le possibilità prestazionali dell'isolato, e le problematiche derivanti dallo studio dei parametri; definiscono, inoltre la classe di appartenenza dell'isolato in termini di edificato e di spazio aperto e le azioni possibili.

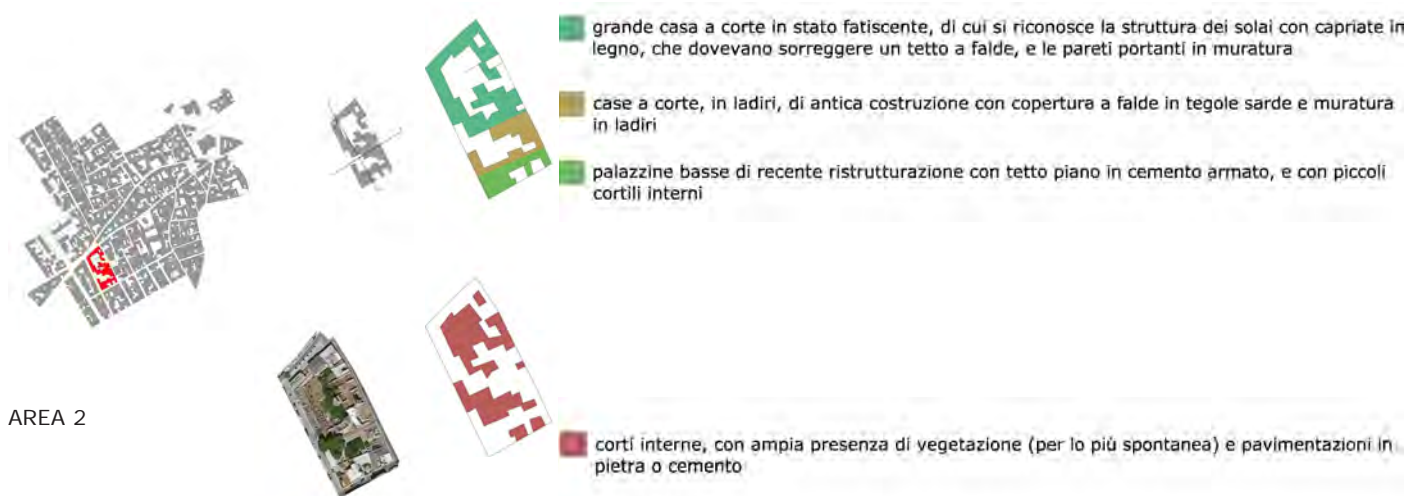
Fig.33 Sezioni dell'Area 1 rappresentative del parametro ventilazione e umidità

POTENZIALITA' DA SFRUTTARE	La conformazione dell'isolato consente di poter <b>accumulare</b> l'energia, grazie alla presenza della dimensione sia privata che pubblica, caratterizzata da tipologie edilizie nuove che consentono una flessibilità maggiore alle tecnologie. Inoltre, la presenza dei tetti a falde rivolte a sud negli edifici di più recente costruzione, consente l' <b>integrazione</b> di tecnologie fotovoltaiche e solari in copertura. L'orientamento consente l'utilizzo di tecnologie solari e di ventilazione <b>passive</b> . La presenza della tipologia a corte consente di utilizzare lo spazio aperto come luogo di <b>recupero</b> delle acque piovane e dell' <b>accumulo</b> di energia da convertire.
PROBLEMATICHE DA RISOLVERE	La presenza di materiali come l'asfalto nella pavimentazione dello spazio pubblico, e la presenza di arredi urbani metallici aumenta il rischio di accumulo di calore, e di trasmissione del calore per <b>radiazione</b> nella stagione estiva. Negli edifici non è presente nessuna tecnologia di <b>schermatura</b> dai raggi solari, nemmeno nelle facciate esposte a sud e a ovest, questo determina il surriscaldamento nella stagione estiva. La <b>mobilità</b> veicolare con traffico intenso e congestionamento durante tutte le ore del giorno.
CLASSE DI APPARTENENZA EDIFICATO	Classe A
CLASSE DI APPARTENENZA SPAZIO APERTO	Classe C
INDICAZIONI PROGETTUALI	utilizzo di tecnologie fotovoltaiche integrate negli edifici nuovi con il tetto a falde
	interventi di ristrutturazione negli edifici esposti per lo sfruttamento delle tecnologie passive
	inserimento di tecnologie per il riciclo delle acque meteoriche
	introduzione di una mobilità leggera ed elettrica
	sostituzione dei materiali di arredo dello spazio pubblico

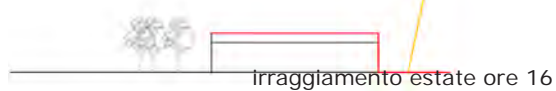
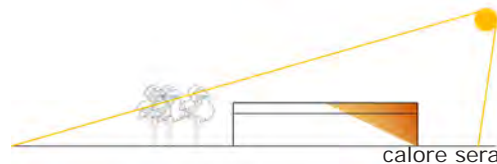
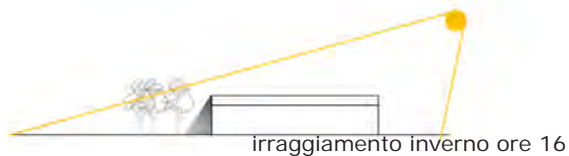
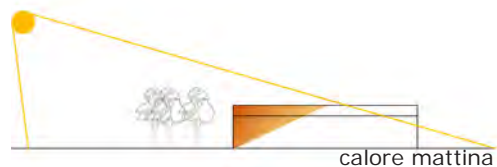
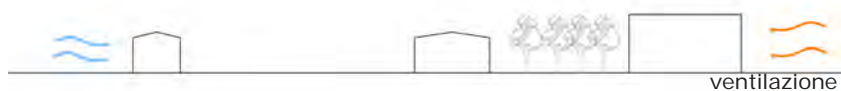
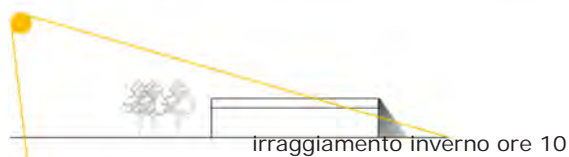
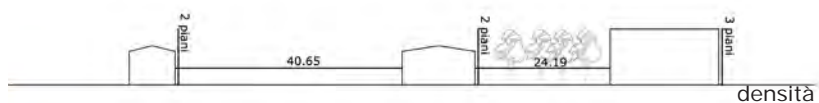
La tabella mostra, quindi, le potenzialità della tipologia di isolato, mettendo in evidenza gli esiti dello studio operato sui parametri di riferimento. Le indicazioni progettuali rappresentano le possibilità di intervento nelle diverse componenti del luogo, e non devono considerarsi come indicazioni univoche sul luogo, ma come potenzialità di sfruttamento dei caratteri del luogo. Questo esperimento progettuale consente di esplicitare concretamente l’idea di potenzialità delle FER per il progetto, in relazione alla volontà di non pregiudicare l’equilibrio stabile e radicato nei contesti fondati storicamente e culturalmente.

Nelle fasi successive verranno mostrati gli altri isolati sui quali è stata svolta la sperimentazione, all’interno del quartiere di Cepola, a dimostrazione dell’eterogeneità dei caratteri specifici e del “comportamento” degli indicatori.

Fig.34 Tabella per l’Area 1 di definizione delle classi di appartenenza



234



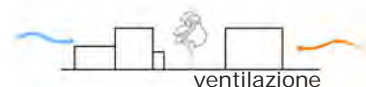
DENSITA'	<div></div> <div></div> 1. la lontananza degli edifici favorisce l'integrazione di tecnologie per la trasmissione dell'energia elettrica 2. gli edifici bassi facilitano la diffusione dell'energia in tutte le parti
IRRAGGIAMENTO	<div></div> <div></div> <div></div> 1. l'orientamento favorisce la captazione dell'energia solare per la produzione di energia elettrica 2. l'esposizione delle falde a sud-ovest favorisce l'integrazione delle tecnologie solari 3. la presenza della vegetazione aiuta la schermatura durante la stagione estiva 1. le coperture piane diminuiscono le possibilità di integrazione di tecnologie solari e fotovoltaiche
MATERIALI EDIFICATO	<div></div> <div></div> 1. la presenza di edifici fatiscenti flessibili a qualsiasi mutamento che utilizzi l'energia come materiale 2. la presenza di palazzi di recente costruzione consente l'integrazione di tecnologie nell'involucro 3. i ladiri e le tegole sarde migliorano l'isolamento termico in tutte le stagioni
MATERIALI SPAZIO APERTO	<div></div> <div></div> 1. la presenza della vegetazione diminuisce la produzione di CO2 1. il degrado accentua gli sprechi di energia
VENTILAZIONE	<div></div> <div></div> 1. la presenza della vegetazione contiene i fenomeni di aumento della ventosità 2. la presenza delle corti consente lo sfruttamento della ventilazione naturale
CALORE	<div></div> <div></div> <div></div> 1. la presenza della vegetazione contiene i fenomeni di accumulo del calore con l'azione schermante 2. l'accumulo di calore aumenta il riscaldamento naturale durante la stagione invernale 1. l'assenza di schermatura determina il surriscaldamento durante la stagione estiva

POTENZIALITA' DA SFRUTTARE	La presenza delle corti nell'isolato può costituire una risorsa per le abitazioni, in quanto è possibile utilizzarle per l' <b>integrazione</b> di tecnologie bioclimatiche e per il <b>recupero</b> delle acque piovane, possono fungere da <b>camini di luce</b> e di <b>ventilazione</b> , per l'illuminazione e la ventilazione naturale e come bacino di <b>accumulo</b> di calore durante la stagione invernale. La presenza di vegetazione all'interno delle corti, costituisce una potenzialità sia per la <b>riduzione</b> delle emissioni di CO2 nell'atmosfera, sia per la <b>schermatura</b> naturale nella stagione estiva delle aperture esposte ai raggi solari. La presenza prevalente dei tetti a falda esposti a sud ovest negli edifici di più recente ristrutturazione consente la possibilità di <b>integrazione</b> dei sistemi fotovoltaici per la produzione e distribuzione dell'energia elettrica. L'esposizione dei palazzi a sud ovest consente la possibile <b>integrazione</b> di tecnologie anche mimetiche per l'assorbimento dell'energia solare e la conversione in energia elettrica. La presenza di edifici fatiscenti costituisce una grande potenzialità di <b>sperimentazione</b> ed introduzione di tecnologie di sfruttamento delle fonti di energia rinnovabile
PROBLEMATICHE DA RISOLVERE	La presenza di uno stato di <b>degrado</b> costituisce un aumento dello spreco di energia dell'isolato allo stato attuale. L' <b>assenza</b> totale di tecnologie per lo sfruttamento e per la protezione dell'energia solare costituisce un limite per gli edifici dell'isolato e per lo spazio aperto privato. L'utilizzo delle coperture piane in cemento come elemento di ristrutturazione recente <b>complica</b> l'inserimento delle tecnologie solari integrate e <b>aumenta</b> il surriscaldamento estivo delle abitazioni sottostanti.
CLASSE DI APPARTENENZA EDIFICATO	Classe A
CLASSE DI APPARTENENZA SPAZIO APERTO	Classe A
INDICAZIONI PROGETTUALI	integrazione di tecnologie bioclimatiche per il recupero degli edifici in stato di degrado
	sfruttamento delle corti per le tecnologie passive
	interventi di ristrutturazione dei palazzi esposti a sud ovest per l'integrazione di tecnologie
	integrazione della tecnologia fotovoltaica nelle falde degli edifici di recente costruzione

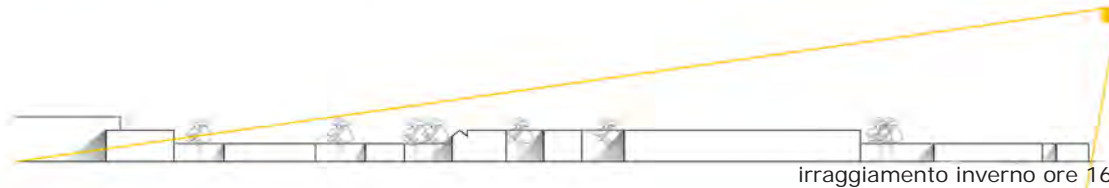
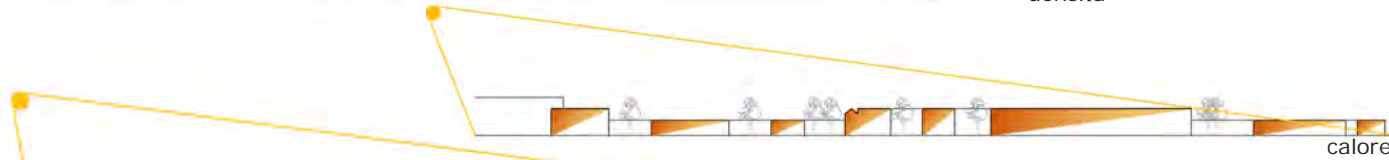
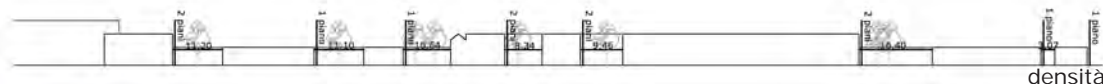


- case a corte di antica costruzione, con muratura in ladiri o in mattone in terra cruda, coperture a falde esposte a sud ovest e loggiati con copertura piana
- case a corte di recente ristrutturazione (anni '60-'70), in pietra e calcestruzzo, con coperture a falde o piane in tegole sarde o in cotto, con infissi in legno, e con presenza di tecnologia solare
- abitazioni di tipologia mista di recente ristrutturazione, con coperture piane in cemento o a falde in laterizio e con grande differenziazione tipologica nelle aperture e nella distribuzione ed orientamento degli elementi costruttivi
- corti interne, con vegetazione e pavimentazioni in pietra o in cemento (se di recente ristrutturazione)
- parcheggi interni in cemento o ghiaia direttamente accessibili dalla strada

AREA 3



236





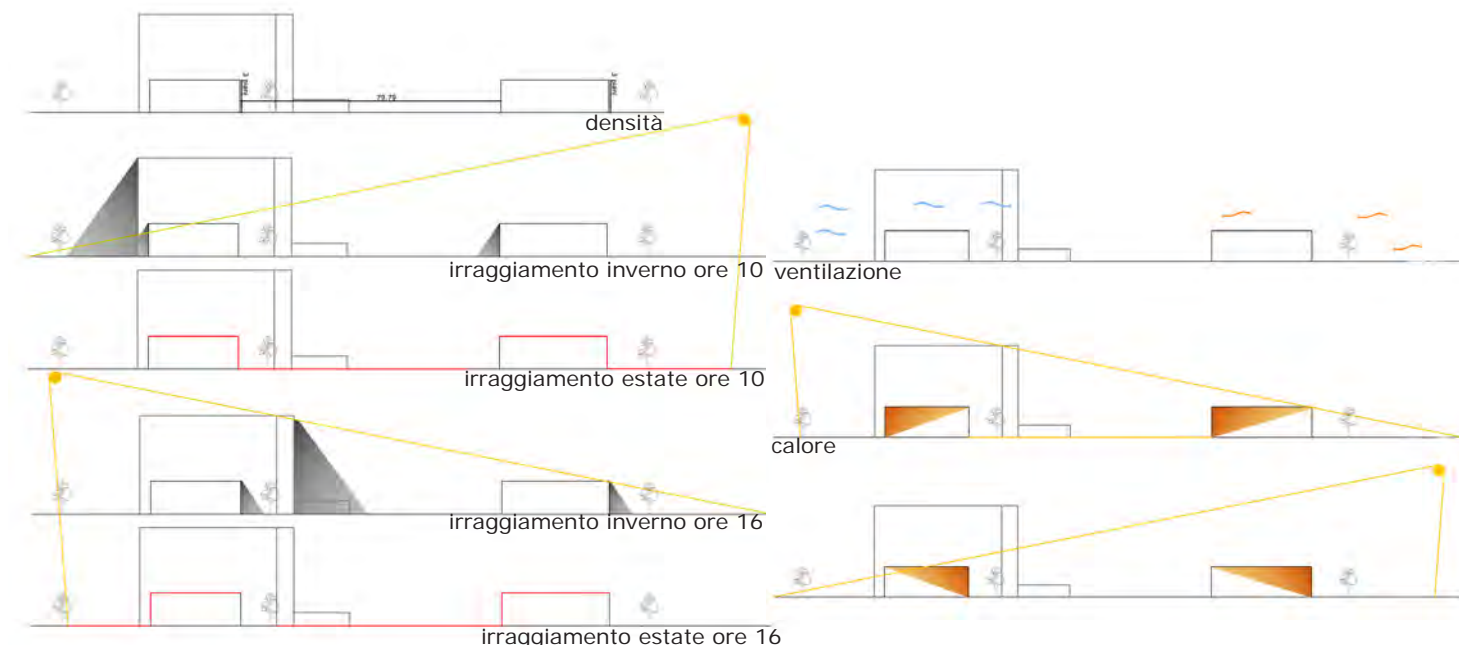
DENSITA'	<div>1. la presenza delle numerose corti favorisce l'illuminazione naturale degli ambienti</div> <div>2. gli edifici bassi (massimo 2 piani) facilitano la condivisione dell'energia accumulata</div>
IRRAGGIAMENTO	<div>1. le coperture piane diminuiscono le possibilità di integrazione di tecnologie solari e fotovoltaiche</div>
MATERIALI EDIFICATO	<div>1. l'orientamento di tutto un versante di prospetti a sud ovest consente l'utilizzo di tecnologie solari</div> <div>2. la presenza dei ladiri e del mattone in terra cruda consente lo sfruttamento delle potenzialità energetiche</div> <div>1. la differenziazione tipologica aumenta gli sprechi di energia e il disordine urbano</div> <div>2. l'orientamento di tutto un versante di prospetti a nord ovest diminuisce la valenza energetica</div>
MATERIALI SPAZIO APERTO	<div>1. la presenza della vegetazione diminuisce la produzione di CO2</div> <div>2. l'orientamento delle corti a sud ovest favorisce le migliori condizioni per l'energia solare</div> <div>3. la dimensione ridotta delle corti consente l'utilizzo come camini di ventilazione</div> <div>1. la diversità di materiale dello spazio pubblico causa sensibili variazioni del microclima</div> <div>2. la presenza della mobilità veicolare diminuisce la fruizione dello spazio come pubblico</div>
VENTILAZIONE	<div>1. la scarsa esposizione ai venti prevalenti diminuisce la possibilità di sfruttamento di questa fonte</div>
CALORE	<div>1. l'accumulo di calore aumenta il riscaldamento naturale durante la stagione invernale</div> <div>1. l'assenza di schermature a sud ovest determina il surriscaldamento durante la stagione estiva</div>

POTENZIALITA' DA SFRUTTARE	La presenza delle <b>piccole corti</b> costituisce la possibilità dell'isolato di utilizzarle sia come camini di luce per lo sfruttamento dell'illuminazione naturale, in quanto per la maggior parte orientate a sud ovest, sia come luoghi di accumulo dell'energia solare e del calore. La presenza dei ladiri e della terra cruda come materiali da costruzione delle case a corte consente lo sfruttamento delle proprietà di <b>isolamento termico</b> di questi materiali per mantenere il benessere all'interno delle abitazioni. L' <b>orientamento</b> a sud ovest delle aperture di un versante di prospetti consente l' <b>integrazione</b> delle tecnologie fotovoltaiche e solari in simbiosi con la geometria dell'isolato e l'identità culturale dello stesso
PROBLEMATICHE DA RISOLVERE	La presenza di tipologie edilizie differenti <b>aumenta</b> gli sprechi di energia, per via dei diversi tipi di materiali, dei diversi tipi di copertura e di aperture; alcune abitazioni, inoltre, possiedono gli affacci all'esterno solamente a nord ovest e questo ovviamente non consente alcun utilizzo dell'energia solare per la produzione di energia elettrica. La scarsa presenza di tecnologie per la protezione solare per la stagione estiva, sia negli edifici che nello spazio aperto acuita dall'accumulo e trasmissione del calore senza controllo e dalla circolazione veicolare aumenta il rischio di <b>trappola termica</b>
CLASSE DI APPARTENENZA EDIFICATO	Classe C
CLASSE DI APPARTENENZA SPAZIO APERTO	Classe A
INDICAZIONI PROGETTUALI	sfruttamento dell'orientamento e delle dimensioni delle corti per le tecnologie passive eliminazione della mobilità veicolare a favore di una mobilità pedonale uniformità di materiale nello spazio pubblico integrazione di tecnologie solari e utilizzo dell'illuminazione naturale per il versante sud-ovest soluzioni di trasmissione dell'energia per le abitazioni esposte a nord ovest












- Municipio di Quartu Sant'Elena, edificio composto da due blocchi con copertura piana in cemento, rispettivamente di tre e dieci piani; il primo in cemento con alcuni blocchi in vetro, il secondo su pilastri portanti caratterizzato da vetrate a specchio verso l'esterno
- Sa Dom'e Farra, simbolo identitario della città, ricavato da una antica casa padronale contadina, con la struttura tipica della tipologia a corte, presenta portali in legno di notevole pregio, come anche i cortili e le particolari logge
- edifici ad uso prevalentemente commerciale ai piani bassi e residenziale ai piani alti, di cinque e sei piani, con copertura piana in cemento, e con la presenza di pannelli fotovoltaici non integrati sul tetto
- Mercato di Quartu Sant'Elena, struttura di tre piani in mattoni laterizi a vista, in stato di degrado, con copertura piana e accessi tramite rampe e gradini
- edifici residenziali di recente ristrutturazione, non riconducibili ad una tipologia unica con tetto piano in cemento

- cortili private, e cortili interni, con pavimentazioni in cemento o pietra
- Piazza XXV Aprile, in asfalto, utilizzata prevalentemente come parcheggio per le automobili o per il transito del traffico intenso del centro storico della città, caratterizzata da pochi arredi per la sosta in metallo
- giardini di pertinenza degli edifici, con la presenza di vegetazione sempreverde controllata



AREA 4

DENSITA'	 1. i grandi spazi aperti consentono il costante sfruttamento delle fonti di energia
IRRAGGIAMENTO	 1. l'irraggiamento solare costante consente la scelta di aree privilegiate a seconda delle ore del giorno 2. l'orientamento favorisce lo sfruttamento del sole e del vento in tutte le ore della giornata  1. le coperture piane diminuiscono le possibilità di integrazione di tecnologie solari e fotovoltaiche
MATERIALI EDIFICATO	 1. la presenza di tecnologia fotovoltaica già installata favorisce la possibilità di sfruttamento 2. la presenza di edifici pubblici con nuovi materiali consente l'integrazione delle tecnologie bioclimatiche  1. la presenza di sistemi meccanizzati visibili aumenta gli sprechi di energia
MATERIALI SPAZIO APERTO	 1. la presenza di ampi spazi aperti senza una valenza ben precisa consente la trasformazione energetica 2. la presenza del vetro aumenta la riflessione dei raggi solari e il surriscaldamento  1. la presenza dei parcheggi e del traffico veicolare aumenta il carico inquinante 2. la quasi assenza di vegetazione aumenta l'accumulo e la trasmissione del calore per radiazione 3. la presenza dell'asfalto determina l'aumento della temperatura dello spazio aperto
VENTILAZIONE	 1. l'esposizione ai venti prevalenti aumenta la possibilità di utilizzo di sistemi passivi e attivi
CALORE	 1. l'assenza di schermature determina il surriscaldamento degli ambienti interni ed esterni 2. l'assenza di coperture nello spazio pubblico determina l'accumulo eccessivo di calore

POTENZIALITA' DA SFRUTTARE	La presenza degli edifici pubblici rappresentativi della città e la presenza del simbolo identitario all'interno di un'unica piazza costituisce una grande potenzialità per la costruzione dell'identità ecosostenibile dell'isolato, in quanto sia negli edifici che nello spazio aperto possono essere <b>integrate</b> le tecnologie per la produzione dell'energia, e per la trasmissione della stessa. La presenza di <b>tecnologie solari</b> già installate può costituire il primo passo verso la stadardizzazione della tendenza tramite anche il ridisegno bioclimatico dei nuovi arredi e della nuova mobilità dell'isolato
PROBLEMATICHE DA RISOLVERE	Il traffico <b>veicolare</b> intenso e la mancata percorrenza pedonale costituiscono il principale punto di criticità dell'isolato e il principale motivo dell'aumento dell'inquinamento dell'area. La presenza di materiali, come l'asfalto, il cemento e i materiali metallici, costituiscono una causa dell' <b>aumento</b> della temperatura nell'isolato. La mancanza di vegetazione costituisce un punto di criticità per la fruizione dello spazio aperto inquinato già dalla presenza delle automobili
CLASSE DI APPARTENENZA EDIFICATO	Classe B
CLASSE DI APPARTENENZA SPAZIO APERTO	Classe C
INDICAZIONI PROGETTUALI	ricostruzione bioclimatica dello spazio pubblico con arredi e coperture
	eliminazione della mobilità veicolare
	integrazione delle tecnologie solari negli edifici pubblici
	miglioramento del funzionamento energetico degli edifici pubblici per diminuire gli sprechi

## Il Quartiere di Castello.

*Inquadramento generale.* Sorge nella città di Cagliari, su un colle calcareo e si sviluppa con il classico schema a fuso, di origine medievale, con la cinta di mura e di torri che stringe il nucleo abitato in corrispondenza delle estremità nord e sud.

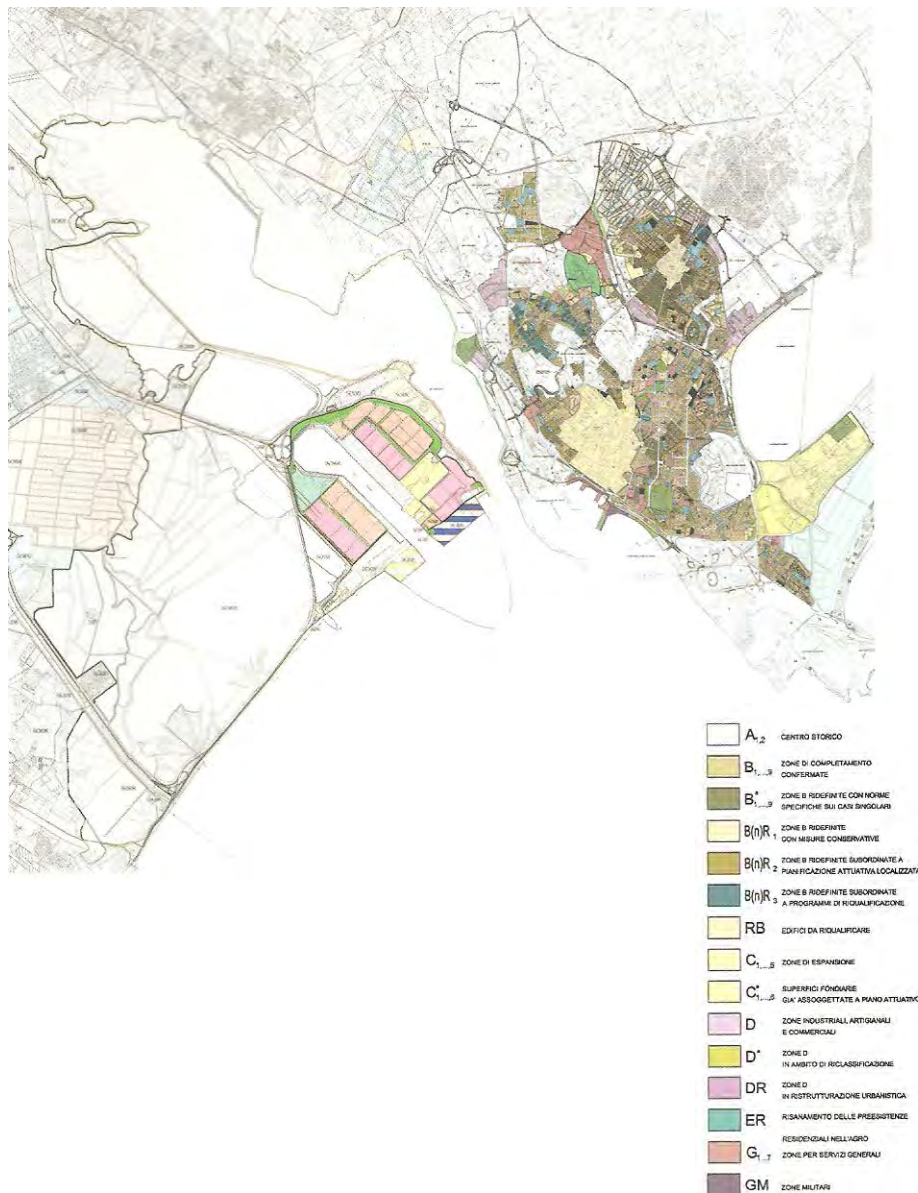


Fig.35 Zonizzazione Piano Urbanistico di Cagliari



La prevalenza dell'impianto compositivo del quartiere è caratterizzata dal lotto gotico medievale con doppio affaccio stradale o con affaccio su una sola strada. Le due estremità del quartiere sono collegate tramite alcune strade lunghe e strette, a loro volta connesse da vicoli e da scale. L'analisi tipo-morfologica mostra come, dal punto di vista residenziale, la tipologia edilizia prevalente sia la casa a schiera, che sul tessuto urbano si sviluppa con fronte a filo strada su lotti di forma rettangolare, stretti e allungati in direzione ortogonale alla strada.



Fig.36 Ingrandimento del quartiere di Castello, CTR 2000

Esternamente i prospetti, per la maggior parte intonacati sono generalmente caratterizzati da una architettura semplice, con bucatore regolari e finestre molto fitte. Il palazzo signorile è però la tipologia prevalente nel quartiere: si sviluppa su un impianto urbano costituito da tre o quattro lotti gotici affiancati, presenta di solito un secondo affaccio sulla strada, e i caratteri distributivi interni spesso sono deducibili anche dalla morfologia delle coperture<sup>13</sup>. Il centro è tagliato dall'asse della via Lamarmora e l'altra importante direttrice del quartiere è la via dei Genovesi, che costituisce l'accesso diretto al quartiere dalla città "bassa". Lo spazio pubblico, è caratterizzato, oltre che dalle lunghe vie strette, anche dalle grandi piazze che si "aprono" all'improvviso o sul panorama della città o sugli edifici di rappresentanza e valore storico notevole, come la Cattedrale, ed è costituito dalla pavimentazione storica, composta dall'accostamento di lastroni di granito, di grosso spessore, e acciottolato, spesso di scomoda percorrenza.

<sup>13</sup> Comune di Cagliari, Piano Quadro per il Recupero del Centro Storico, Cagliari

242

*Il clima.* Il centro storico appartiene alla Zona Climatica C, ovvero la zona in cui i gradi-giorno sono compresi fra 900 e 1400, dove per gradi giorno si intende la somma, estesa a tutti i giorni di un periodo annuale convenzionale di riscaldamento, delle sole differenze positive giornaliere tra la temperatura dell'ambiente, convenzionalmente fissata a 20° C, e la temperatura media esterna giornaliera. I dati relativi alla temperature medie vengono riportati nei grafici seguenti:

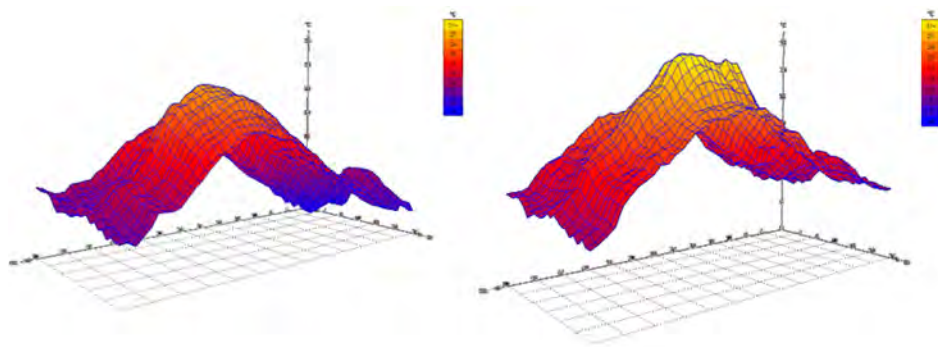
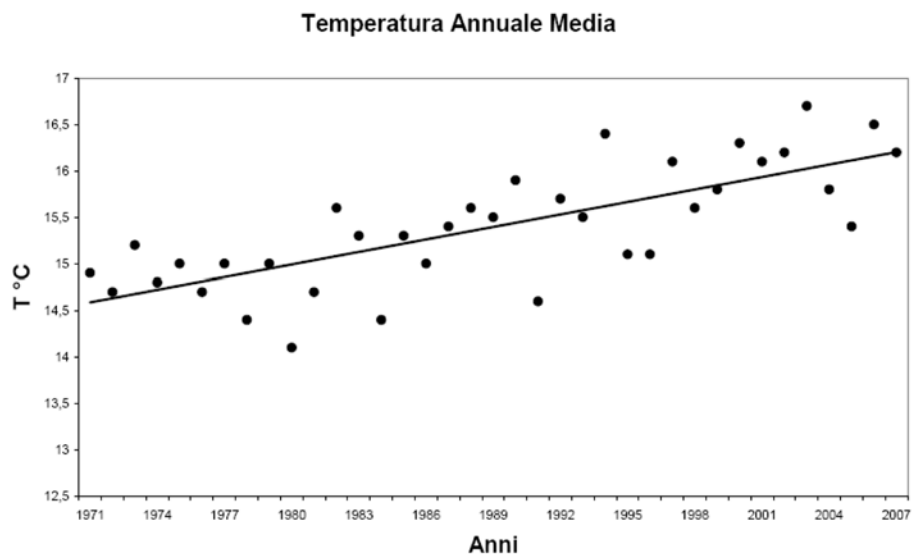


Fig.37 Grafici delle temperature massime e minime per il quartiere di Castello





E' opportuno riportare anche il grafico relativo ai venti prevalenti, in quanto Castello è il quartiere più esposto ai venti prevalenti. 243

### PREVALING WINDS

#### Wind Frequency (Hrs)

Location: Cagliari, Italy (39.2°, 9.1°)

Time: 00:00-24:00

@A.J.Marsh '00

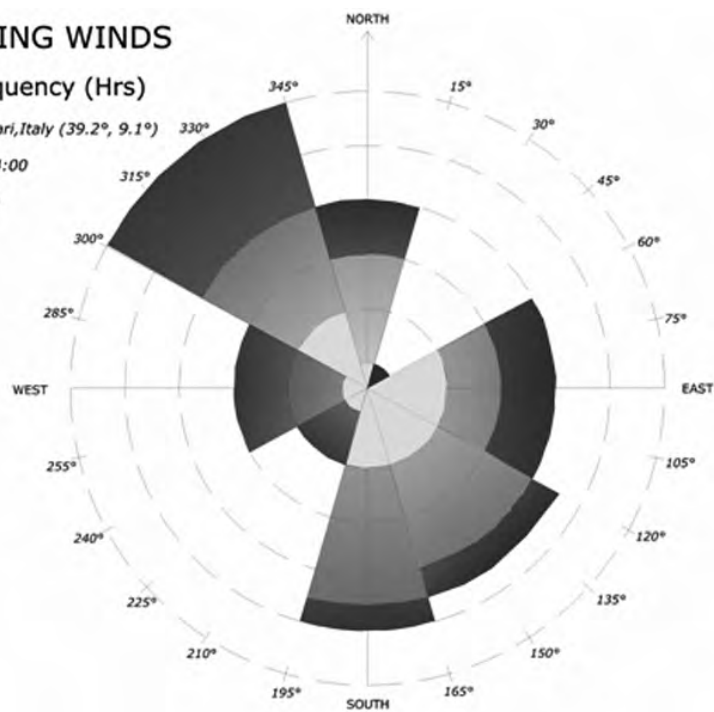
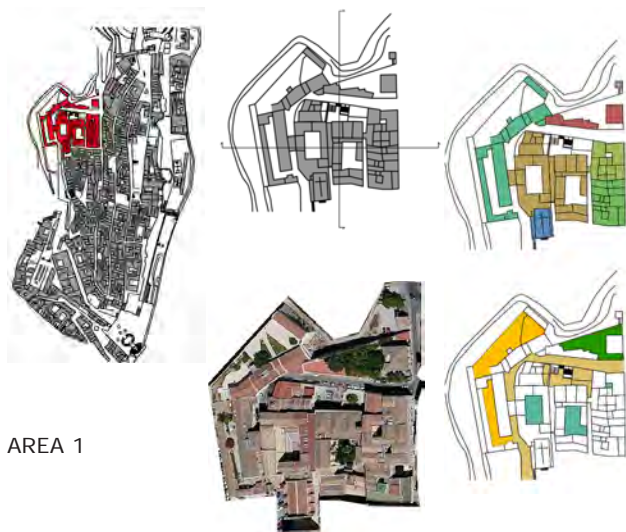


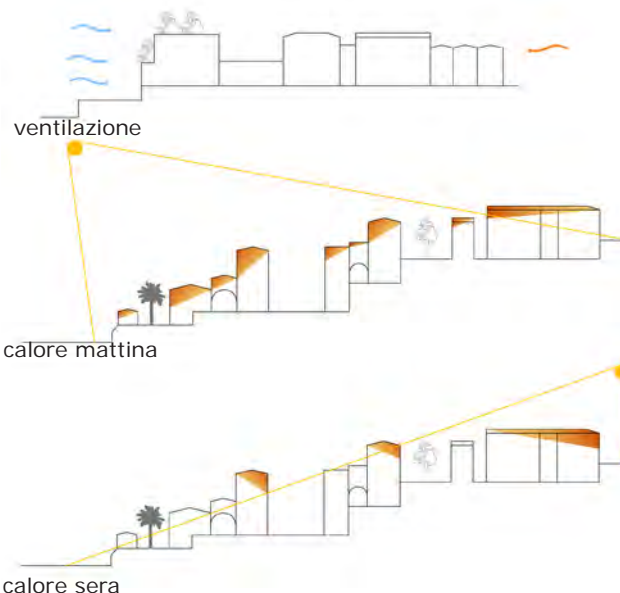
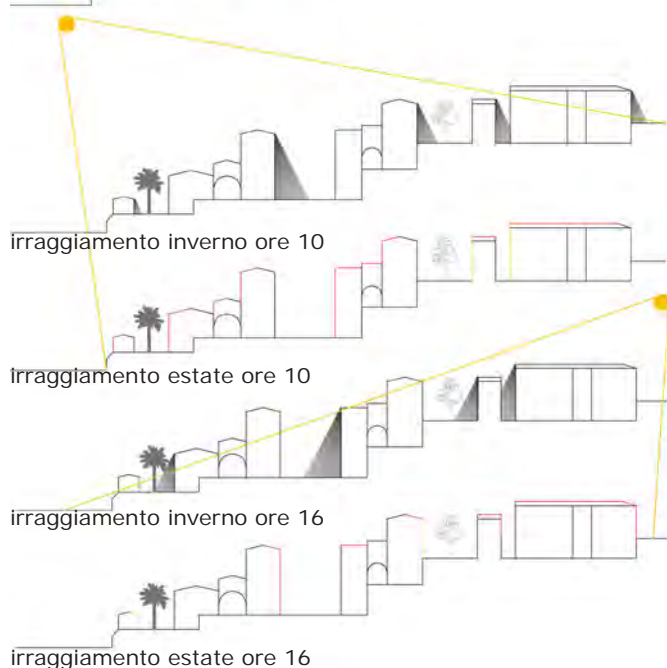
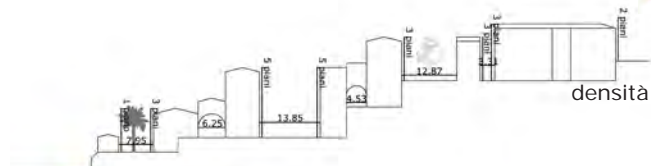
Fig.38 Schema della temperatura media dal 1971 al 2007 nella città di Cagliari



AREA 1

- ghetto degli ebrei, costituito da murature molto alte e volte a botte utilizzate come solaio, realizzate con conci di pietra calcarea; all'interno la struttura è sorretta da torri in acciaio a più piani.
- facoltà di architettura di Cagliari, di recente ristrutturazione, con copertura a falde in coppi laterizi, muratura in cemento e capriate in legno interne; alcune strutture sono ancora in muratura perché stabili
- Chiesa di Santa Croce, di recente ristrutturazione, in legno muratura e copertura in coppi laterizi
- edifici residenziali, caratterizzati da tre o più piani di antica costruzione, con coperture a falde esposte a nord e sud per la maggior parte, in tegole sarde; la principale caratteristica è la presenza dei camini di luce e delle capriate in legno
- edifici residenziali, di recente ristrutturazione, con copertura a falde con tegole in laterizio; l'intonacatura nuova e l'utilizzo di infissi in legno nelle parture originarie sono le caratteristiche esterne
- edifici residenziali di recente ristrutturazione con copertura piana e verde, e la presenza di garage a filo strada, in conglomerato intonacato
- corti interne, con vegetazione e pavimentazioni in pietra da taglio o cemento
- spazio pubblico sterrato utilizzato come parcheggio
- terrazza del ghetto degli ebrei
- spazio pubblico in pietra da taglio e acciottolato

244



DENSITA'	<div>1. la presenza di edifici alti e vie strette migliora il microclima durante l'estate</div> <div>2. la differenza di quota aumenta la ventilazione (importante per la stagione estiva)</div> <div>3. la presenza di grandi cortili interni consente lo sfruttamento passivo delle fonti</div> <div>1. la presenza di edifici alti e vie strette aumenta la canalizzazione del vento in inverno</div>
IRRAGGIAMENTO	<div>1. l'esposizione costante al sole aumenta la possibilità di sfruttamento dell'illuminazione naturale</div> <div>1. la presenza di edifici alti e vie strette non consente un irraggiamento completo di tutti gli spazi pubblici</div> <div>2. l'esposizione costante ai raggi solari aumenta notevolmente la temperatura durante l'estate</div>
MATERIALI EDIFICATO	<div>1. la presenza dei camini di luce consente lo sfruttamento della ventilazione e dell'illuminazione naturale</div> <div>2. la presenza di una copertura verde diminuisce la produzione di CO2</div> <div>1. la presenza di murature di grande spessore non consente un adeguato isolamento termico</div> <div>2. la presenza di coperture storiche determina l'accumulo di calore durante l'estate</div>
MATERIALI SPAZIO APERTO	<div>1. la presenza di terrazze fornisce la possibilità di utilizzare tecnologie per l'accumulo di energia</div> <div>2. la presenza delle grandi corti consente l'utilizzo di tecnologie per il riciclo dell'acqua piovana</div> <div>1. la presenza delle automobili in tutti gli spazi pubblici aumenta il carico inquinante</div>
VENTILAZIONE	<div>1. la differenza di quota consente lo sfruttamento della ventilazione naturale per gli edifici</div> <div>1. l'assenza di barriere espone al vento tutte le abitazioni</div>
CALORE	<div>1. la differenza di quota fa emergere i luoghi con un microclima favorevole per l'estate</div> <div>1. l'accumulo di calore determina il surriscaldamento degli edifici durante l'estate</div>

POTENZIALITA' DA SFRUTTARE	La presenza della naturale differenza di quota, dei camini di luce nelle tipologie abitative e delle grandi corti interne degli edifici pubblici e privati consente l'integrazione e lo sfruttamento delle <b>tecnologie solari passive</b> . La differenza di quota, i camini di luce presenti nelle residenze e la presenza delle grandi corti nell'università consente la predisposizione di interventi per lo sfruttamento della <b>ventilazione passiva</b> . La presenza e l'utilizzo della vegetazione consente la naturale riduzione delle emissioni di CO2 nell'atmosfera e quindi la riduzione del carico inquinante.
PROBLEMATICHE DA RISOLVERE	La presenza della <b>mobilità</b> veicolare aumenta la congestione dell'isolato e il conseguente carico inquinante. La ricerca di "mantenimento" dei caratteri identitari del centro storico anche nelle opere di recente ristrutturazione non ha consentito l'integrazione di tecnologie solari passive o attive per la captazione dell'energia da fonti rinnovabili. La conformazione geometrica degli edifici favorisce alcune situazioni microclimatiche per le quali si è resa necessaria l'integrazione di tecnologie di condizionamento meccanizzate, alimentate da fonti fossili.
CLASSE DI APPARTENENZA EDIFICATO	Classe B
CLASSE DI APPARTENENZA SPAZIO APERTO	Classe B
INDICAZIONI PROGETTUALI	interventi sulle coperture per lo sfruttamento della ventilazione naturale
	integrazione di tecnologie nelle corti e nelle terrazze
	eliminazione della mobilità veicolare e sostituzione con altra mobilità
	interventi per lo sfruttamento dei camini di luce
	interventi per l'isolamento termico degli edifici



AREA 2



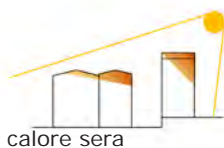
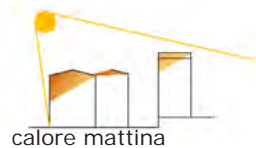
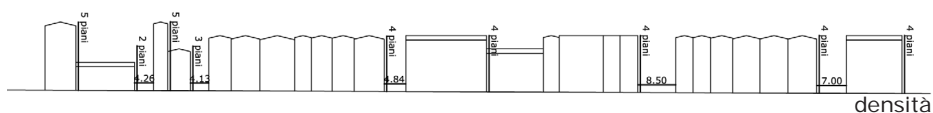
- edifici residenziali, caratterizzati da quattro o più piani di antica costruzione, con coperture a falde esposte a nord e sud per la maggior parte, in tegole sarde; la principale caratteristica è la presenza dei camini di luce e delle capriate in legno. Da segnalare la presenza di Palazzo Decandia, di valore storico
- edifici residenziali di recente ristrutturazione, con copertura a falde esposte a nord e sud, in coppi laterizi, caratterizzati dalla presenza di camini di luce e attività commerciali ai piani bassi
- Palazzo Aymerich, inserito tra i pieni pur essendo attualmente un vuoto, in muratura fatiscente c, con presenza di vegetazione spontanea












corti interne, con vegetazione e pavimentazioni in pietra da taglio o cemento

piazza utilizzata come parcheggio privato per le abitazioni



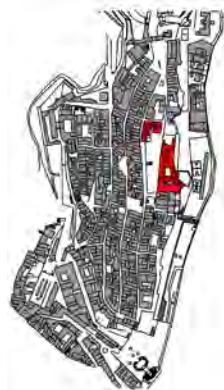
246



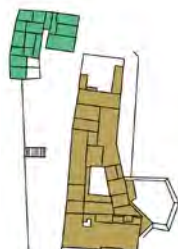
DENSITA'	 1. la presenza di spazi aperti ed edifici fatiscenti favorisce l'integrazione di tecnologie bioclimatiche
	 1. la presenza di edifici alti non consente la completa permeabilità dell'energia solare 2. aumenta la formazione di umidità per i piani bassi
IRRAGGIAMENTO	 1. la differenza di quota favorisce una migliore esposizione 2. la presenza di edifici alti garantisce una buona ombreggiatura negli spazi aperti d'estate
	 1. l'orientamento prevalente degli edifici est-ovest consente la vivibilità a seconda delle ore del giorno
MATERIALI EDIFICATO	 1. la presenza dei camini di luce consente lo sfruttamento della ventilazione e dell'illuminazione naturale 2. le falde orientate a sud favoriscono l'integrazione di tecnologie per la captazione dell'energia solare 3. la presenza di edifici fatiscenti consente il recupero edilizio basato sull'integrazione delle tecnologie 4. la presenza di edifici commerciali ai piani bassi garantisce un minor spreco di energia
	 1. la presenza di murature di grande spessore non consente un adeguato isolamento termico
MATERIALI SPAZIO APERTO	 1. la presenza di corti private consente lo sfruttamento delle tecnologie passive e per il riciclo delle acque
	 1. la presenza di un parcheggio segnala la presenza di un vuoto utilizzato per la mobilità veicolare
VENTILAZIONE	 1. l'orientamento nord/sud delle vie consente la possibilità di sfruttare il vento passivamente
	 1. la presenza delle vie strette causa l'aumento della velocità del vento (in inverno)
CALORE	 1. la differenza di quota fa emergere i luoghi con un microclima favorevole per l'estate

POTENZIALITA' DA SFRUTTARE	La presenza di ampi spazi aperti, sia privati che pubblici con l'integrazione della vegetazione determina la possibilità di sfruttamento come luoghi di accumulo e trasmissione dell'energia intesa in tutte le sue forme. La presenza di edifici fatiscenti come Palazzo Aymerich consente lo sfruttamento pieno delle potenzialità bioclimatiche sia come edificio che come spazio pubblico, perchè i segni identitari abbandonati possono costituire il riferimento formale, ma la restante struttura può essere intesa come sperimentazione di alcune tecnologie bioclimatiche passive e attive, o ancora considerare l'area come il luogo dello smistamento dell'energia, la vera centrale elettrica dell'isolato. La presenza di funzioni commerciali ai piani bassi e di funzioni residenziali ai piani alti consente l'aumento della densità zonale e il conseguente miglioramento degli sprechi di energia.
PROBLEMATICHE DA RISOLVERE	La presenza di aree pubbliche destinate a <b>parcheggio</b> mostra la tendenza all'utilizzo dell'automobile all'interno dell'isolato. La presenza di aperture per la maggior parte solamente ad est ed ovest determina un'esposizione alterna nelle fasi della giornata, costringendo alla necessaria integrazione di strumenti di ventilazione regolati dalle fonti fossili e non dalle energie rinnovabili. La presenza di edifici alti e di vie molto strette aumenta il rischio di formazione di umidità nei piani bassi, quasi mai esposti ai raggi solari e richiede, di conseguenza, continue operazioni di coibentazione per evitarne gli effetti disastrosi sui materiali degli edifici.
CLASSE DI APPARTENENZA EDIFICATO	Classe A
CLASSE DI APPARTENENZA SPAZIO APERTO	Classe C
INDICAZIONI PROGETTUALI	interventi di ristrutturazione bioclimatica degli edifici fatiscenti
	interventi di integrazione delle tecnologie negli spazi aperti
	eliminazione della mobilità veicolare
	riconversione dei luoghi ora adibiti a parcheggio





AREA 3



edifici residenziali, caratterizzati da tre o più piani di antica costruzione, con coperture a falde esposte a nord e sud per la maggior parte, in tegole sarde; la principale caratteristica è la presenza dei camini di luce e delle corti e delle capriate in legno

edifici pubblici di più recente ristrutturazione, e di grande importanza culturale con coperture a falde esposte prevalentemente ad est e ovest, ma anche esposte a nord e sud, in coppi laterizi, e grandi corti centrali pubbliche

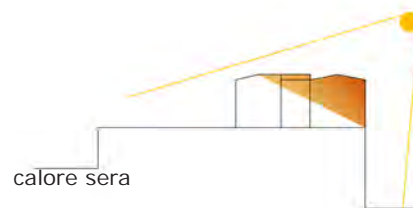
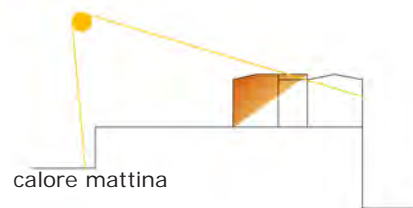
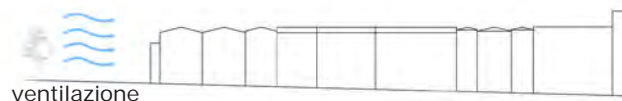
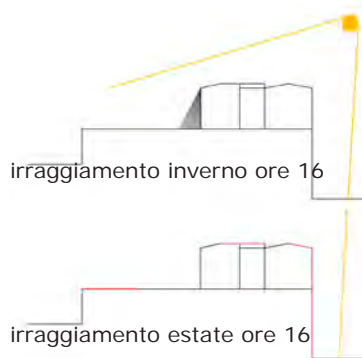
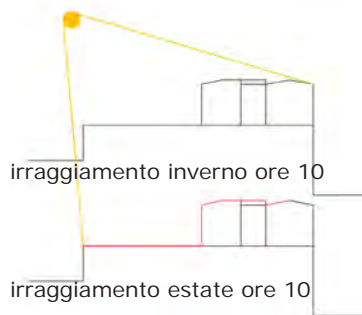


corti interne, con vegetazione e pavimentazioni in pietra da taglio o cemento











cortile interno utilizzato come parcheggio di accesso agli edifici pubblici in cemento

cortile privato abbandonato e fatiscente

Piazza Palazzo, di grande importanza storica, per la presenza degli edifici pubblici e della Cattedrale di Cagliari, con la pavimentazione in pietra disegnata, utilizzata come parcheggio delle automobili



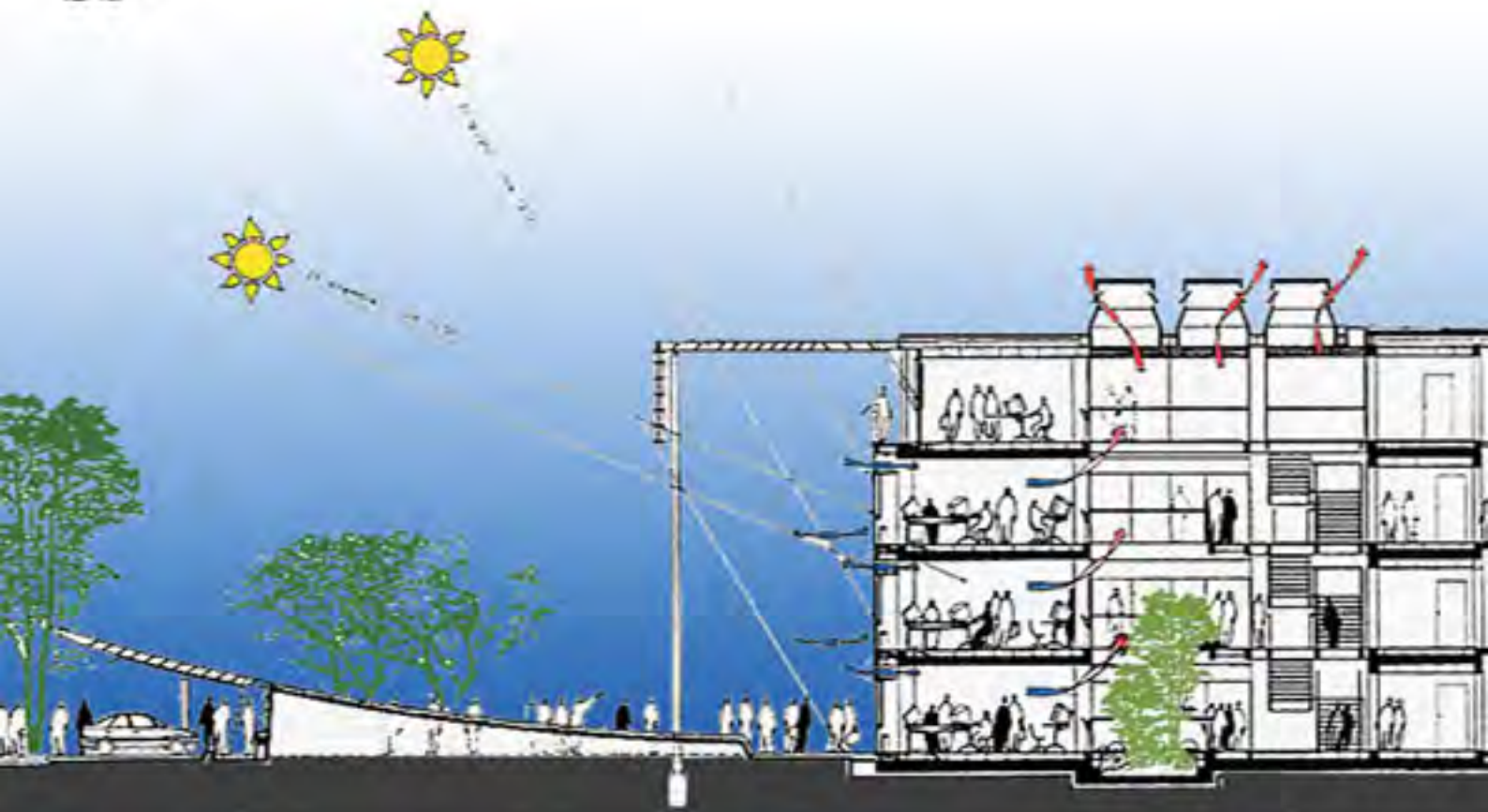
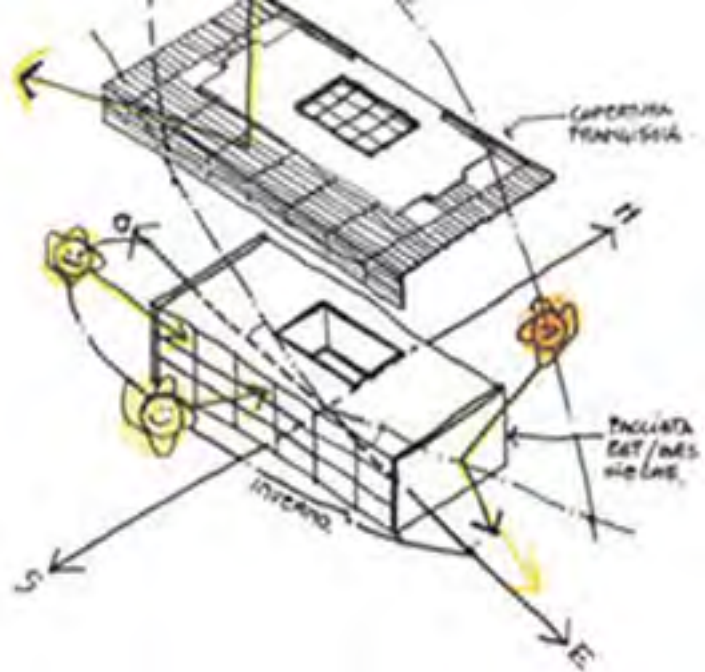
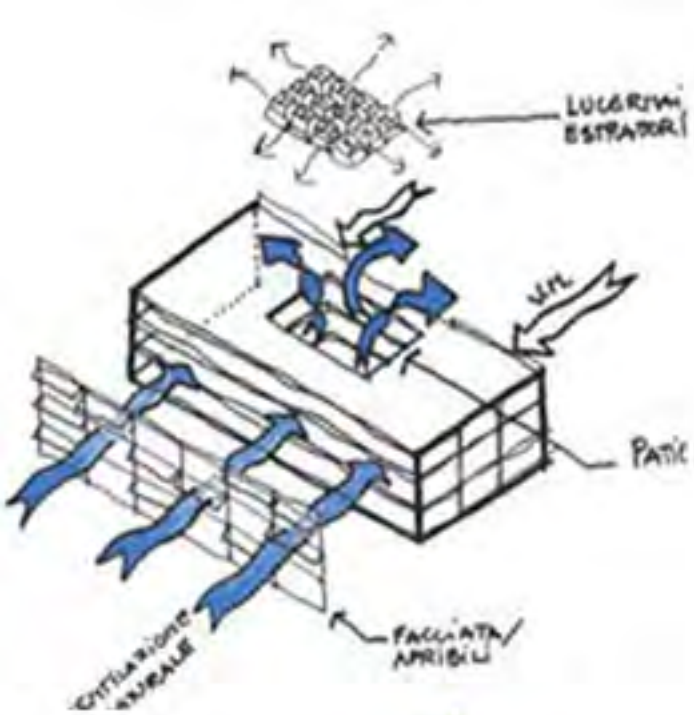


DENSITA'	Parametro non influente in questo isolato	
IRRAGGIAMENTO		1. la quota più alta favorisce un'esposizione ottimale per tutti gli edifici e gli spazi aperti
		1. l'orientamento est ovest non consente una buona climatizzazione degli ambienti interni 2. l'irraggiamento solare consente una difficile vivibilità degli spazi aperti durante l'estate
MATERIALI EDIFICATO		1. la presenza dei tetti a falde negli edifici pubblici consente l'integrazione di tecnologie solari
		1. la presenza di murature di grande spessore non consente un adeguato isolamento termico
MATERIALI SPAZIO APERTO		1. la presenza delle grandi corti consente l'integrazione di tecnologie per la captazione dell'energia solare 2. la presenza di grandi spazi pubblici consente l'integrazione di arredi bicolimatici
		1. la presenza del grande parcheggio segnala la condensazione del traffico veicolare
VENTILAZIONE		1. l'esposizione al vento favorisce lo sfruttamento della ventilazione passiva
		1. l'assenza di barriere a nord-ovest causa l'abbassamento delle temperature invernali
CALORE		1. il costante accumulo di calore costituisce una risorsa per l'inverno
		1. l'assenza di schermature determina il surriscaldamento di edifici e spazio pubblico durante l'estate

POTENZIALITA' DA SFRUTTARE	La presenza di ampi spazi aperti, sia privati che pubblici con l'integrazione della vegetazione determina la possibilità di sfruttamento di questi spazi come luoghi di accumulo e <b>trasmissione</b> dell'energia intesa in tutte le sue forme. L'esposizione alla luce solare e al vento in tutte le ore della giornata per via della quota più alta del quartiere consente l' <b>integrazione</b> delle tecnologie bioclimatiche passive per l'illuminazione e la ventilazione, ma offre anche la possibilità di integrazione di tecnologie solari per la produzione di energia elettrica sia nelle coperture, sia negli infissi, sia negli involucri. La presenza di grandi spazi aperti sia pubblici che privati consente l'integrazione e lo sfruttamento dei sistemi di accumulo e di trasmissione dell'energia elettrica ottenuta dalle fonti rinnovabili.
PROBLEMATICHE DA RISOLVERE	La presenza di un grande spazio pubblico di grandi dimensioni utilizzato come parcheggio costituisce un aspetto critico sul quale agire sia per la riduzione della mobilità veicolare, sia per la riduzione dell'inquinamento, sia per dare alla popolazione la possibilità di usufruire degli spazi adeguati.
CLASSE DI APPARTENENZA EDIFICATO	Classe A
CLASSE DI APPARTENENZA SPAZIO APERTO	Classe B
INDICAZIONI PROGETTUALI	conversione degli spazi aperti in spazi pubblici
	integrazione di arredi bioclimatici negli spazi aperti
	sfruttamento delle grandi corti per l'integrazione delle tecnologie bioclimatiche
	interventi per lo sfruttamento della ventilazione naturale
	eliminazione della mobilità veicolare a favore di altri mezzi di spostamento



***CONCLUSIONI***



La ricerca è partita dal presupposto che le fonti di energia rinnovabile hanno potenzialità spaziali ancora non espresse nel progetto di architettura e di paesaggio; ovvero le tecnologie legate alle FER possono avere un ruolo determinante nelle modificazioni morfologiche, a partire dal progetto, inteso come processo, nella sua accezione più ampia.

Le tendenze in atto seguono fondamentalmente due approcci: il primo è quello di realizzare piccole "isole" energetiche ed autosufficienti nel territorio, lontane dalla città, ma tecnologicamente avanzate e portatrici di valori condivisibili dalla comunità; il secondo consiste nell'operazione di "agopuntura" che si svolge all'interno delle città dei paesi occidentali, perchè se è noto e dimostrato che la concentrazione insediativa è la prima soluzione alla riduzione degli sprechi di energia e di emissioni di CO2 nell'atmosfera, la densificazione vede la volontà di riempire gli spazi vuoti con oggetti architettonici tecnologici, volti al risparmio energetico. Non esiste però una visione del paesaggio unitaria, dove l'energia rinnovabile e le fonti ad essa connesse possano entrare come parte strutturale nei processi, nei tessuti e nelle identità.

253

La riflessione metodologica iniziale è partita sostanzialmente da una domanda: quale forma per i paesaggi energetici? E' la domanda che puntualmente si ritrova in quasi tutti i testi che parlano di energia ottenuta dalle fonti rinnovabili. Alla domanda si potrebbe rispondere che esiste la possibilità di elaborare nuove forme per il paesaggio rispetto all'idea comune. Il paesaggio energetico è dotato di identità estetica, e non è solo frutto di valutazioni geometriche, economiche o utilitaristiche, ma è uno spazio dove avvengono le trasformazioni.

Fig.1 Inizio Conclusioni, i nuovi scenari dei paesaggi energetici

Fig.2 Inizio Esiti, disegni a mano dello studio bioclimatico dell'edificio i-Guzzini di Mario Cucinella

Alla complessità degli scenari paesaggistici degli ultimi decenni corrisponde un ampliamento di prospettive e di possibilità per la progettazione,

sconosciuta al passato; è “così ad esempio, dare nuova vita e forma a un cumulo di macerie non diventa solo una questione di pratica ecologica e rispristino di un trauma ambientale, ma prevede anche un'educazione estetica e una capacità di collocare quel gesto sul filo della vita sociale e della forma identitaria del luogo. La diversità di un approccio che privilegia di volta in volta aspetti come la percezione, il potenziale biologico di un luogo, le richieste sociali, non rientrano dunque in un quadro di preferenze stilistiche o di “tendenze” meramente creative, ma esprimono la necessaria multiformità di apporti, sensibilità e specifiche conoscenze che concorrono allo sviluppo di un percorso progettuale in cui si identifica il ruolo del paesaggista”<sup>1</sup>.

La sfida più importante per un paesaggista probabilmente è dimostrarsi *sincero*, sviluppando la capacità ad attribuire valore estetico e base etica a tutte le fasi di un processo, in cui un parco eolico e fotovoltaico non sono solo merci da consumare, o belle immagini da fissare, la società non è un gruppo di utenti esterni consumatori, e l'identità locale non è frutto di un immaginario recupero di stereotipi identificativi, ma di un percorso dentro le differenze e le contraddizioni, tutto da costruire puntando al confronto e alla partecipazione degli abitanti.

Infatti, un'altra importante questione affrontata dalla ricerca è la ridefinizione del concetto di partecipazione dell'individuo ai processi decisionali, pensando la questione come la possibilità di un diretto coinvolgimento non solamente nelle decisioni progettuali ma anche nei processi di produzione dell'energia per se stessi e per la comunità. Il coinvolgimento è necessario per costruire le basi di un consenso alla trasformazione, come un processo che nasce dalla necessità di conoscere e interpretare un luogo per indurre una modificazione<sup>2</sup>. Infatti, la comunità è un fattore fondamentale per la formazione delle caratteristiche di un luogo, ed è necessario renderla cosciente delle trasformazioni in atto.

Il processo di conoscenza è necessario che avvenga su un duplice piano, ovvero quello sensibile da una parte e quello di adattamento dall'altra; cioè è necessario che l'individuo costruisca un nuovo equilibrio, alterato rispetto al precedente, all'interno di un processo di trasformazione. Una situazione di “conflitto” iniziale può diventare un fonte di nuovi equilibri per il paesaggio e per la città.

L'altra questione metodologica affrontata dalla tesi è la volontà di

<sup>1</sup> Latini L., (2004), *Un tavolo per otto: paesaggisti e progetti di paesaggio*, in Carbonara L. (a cura di), *Immaginando il paesaggio*, Aracne, Roma, pp.81-82

<sup>2</sup> Battistella A., (2010), *Trasformare il Paesaggio. Energia eolica e nuova estetica del territorio*, Edizioni Ambiente, Milano, p.252



dare un significato alla parola "sostenibilità" nei contesti urbani e paesaggistici, in quanto può assumere un particolare significato se applicato a contesti complessi come quelli citati. Nel dibattito contemporaneo, la sostenibilità ha contribuito alla costruzione di un concetto olistico dove equità sociale, economia "ecologica" e protezione ambientale si integrano con il nuovo modello di *governance* improntato sulla cooperazione e sulla partecipazione attiva di tutti gli attori coinvolti nel processo decisionale.

La città in senso generale, ma con tutte le sue specificità, sembra essere il luogo nel quale il concetto vago di sostenibilità può trovare una risposta progettuale e spaziale, tanto che è riconosciuta anche dai principali documenti normativi mondiali, come il luogo ideale per il raggiungimento degli obiettivi strategici comunitari.

Inoltre, la progettazione urbana è considerata lo strumento idoneo a modificare e definire assetti e utilizzi del territorio compatibili con i principi della sostenibilità.

255

Attraverso le letture e gli approfondimenti della tesi è emerso come la realtà urbana stia cercando una configurazione nuova, sia dal punto di vista fisico, sia dal punto di vista sociale. Tale configurazione non deriva solo dalla necessità di utilizzare fonti di approvvigionamento differenti, che richiedono tecnologie e strutture differenti, ma deriva dalla necessità di dare una risposta ai luoghi che presentano problematiche. Ad esempio, nell'analisi dei casi studio degli ecoquartieri le strategie messe in atto sono volte al recupero delle frange urbane e dei frammenti di città, che se un tempo avevano una specificità, oggi non trovano più la propria identità, il proprio senso e ruolo all'interno della città. Ed è in questi spazi, innanzitutto, che l'energia rinnovabile diventa occasione di sperimentazione, perchè costituisce il nuovo materiale costruttivo, con i suoi costi e benefici in termini spaziali ed estetici. Il progetto, come strumento che definisce le regole dello spazio, acquisisce, quindi, nuove specificità date dai parametri che intervengono, che non dipendono solamente da forma e dimensione, ma da elementi variabili e imprevedibili, quali il sole, il vento e l'acqua. E' per questo che il progetto diventa un processo, strategico e flessibile all'evolvere delle aspettative del luogo, per una nuova qualità fisica, e della società.

Il riferimento teorico a cui si è ancorata la tesi è la ricerca sul piano

economico di J. Rifkin<sup>3</sup>, che ha sviluppato, come visto nella Parte Seconda della tesi, l'idea che ogni edificio possa diventare una sorta di pianta energetica, in quanto non costituisce solo un oggetto che consuma, ma è soprattutto un oggetto che accumula, utilizza e redistribuisce energia, sia attivamente, tramite le tecnologie bioclimatiche, sia passivamente, tramite le modalità di propagazione termodinamica dell'energia.

Gli edifici della città già modificano lentamente la loro immagine e configurazione, grazie all'utilizzo delle tecnologie bioclimatiche, ma anche lo spazio aperto e pubblico contribuisce alla trasformazione; infatti, nei casi studiati di recupero di aree industriali dismesse, o di luoghi della dispersione nelle aree periurbane, spesso è l'energia a ridefinire il valore del vuoto, e soprattutto a riconfigurare il rapporto pubblico/privato, aperto/chiuso ed interno/esterno nella dimensione dell'ecoquartiere.

256

Gli argomenti citati hanno dato origine ad una profonda riflessione, che parte da alcuni interrogativi alla base del ragionamento: come e in che modo le città possono contribuire a ripensare e ridisegnare un paesaggio energetico? E come il progetto può integrare le esigenze energetiche, salvaguardando i valori ambientali e contemporaneamente creare un paesaggio funzionale per la comunità?

La parte progettuale ha cercato di dare una risposta a questi interrogativi, aprendo le porte a nuovi interessi per la ricerca, che per definizione trova alcune possibili soluzioni che, a loro volta, costituiscono il punto di partenza per un nuovo obiettivo. La città, suddivisa dalla pianificazione urbanistica, in "zone", presenta caratteri tipologici, formali e culturali profondamente differenti, e se nei luoghi urbani frutto delle espansioni recenti si evidenzia una più immediata necessità di sperimentare nuove logiche, per la definizione di nuove "regole" e la sperimentazione può efficacemente avvalersi di un elevato grado di libertà, nei luoghi consolidati è l'identità storica a svolgere il ruolo di protagonista. E se l'energia rinnovabile svolge il ruolo di riconfigurare tutte le "zone" della città, la sfida del progetto è quella di trovare le modalità di azione in questi contesti, innanzitutto.

Lo strumento che il progetto usa è l'omeostasi dello stato attuale, ovvero la tendenza naturale al raggiungimento di una relativa stabilità

<sup>3</sup> Rifkin J., (2002), *Economia all'Idrogeno, il Worldwide Energy Web e la redistribuzione del potere sulla terra*, Oscar Mondadori, Milano

<sup>4</sup> Il riferimento è agli indicatori utilizzati nella parte progettuale

interna delle proprietà di un dato elemento, per il quale tale equilibrio deve essere mantenuto nel tempo anche al variare delle condizioni esterne, attraverso precisi meccanismi autoregolatori. Se la città ha raggiunto lo stato di equilibrio sopracitato, il progetto dimostra come l'introduzione delle FER, come elementi strutturali, può non pregiudicare l'omeostasi dei luoghi.

Dall'analisi e dalla lettura delle diversità dei contesti, in cui ogni isolato dà forma ad un insieme, e in cui ogni facciata, ogni copertura e ogni apertura è la materializzazione di un comportamento "energetico", il progetto sviluppa un'analisi comparata tra equilibrio attuale e potenzialità tecnologiche. Questo costituisce il punto di partenza della lettura proposta per lo scenario più delicato, ovvero quello del centro storico.

Dal punto di vista concettuale, nella fase progettuale, è importante la forza e l'incisività, attraverso le quali è possibile innescare la nascita di processi di qualità formale e di leggibilità dei luoghi, capaci di attivare nuovi e rinnovati processi di identificazione comunitaria.

257

I casi di sperimentazione del quartiere di Cepola a Quartu Sant'Elena e del quartiere di Castello a Cagliari, sono esemplificativi di un percorso che esalta le potenzialità dei caratteri tipologici, storici e culturali, in un'ottica di rivisitazione progettuale in chiave energetica. Questo perché le potenzialità di un luogo comparate alle prestazioni energetiche dei caratteri di quel luogo, consentono di operare per cercare di trovare una nuova identità tipo-morfologica nella progettazione. Sebbene i due centri storici siano molto vicini per caratteristiche climatiche, in realtà presentano due situazioni morfologiche, materiche e percettive<sup>4</sup> completamente differenti, e i risultati ottenuti, nel tentativo di configurazione di una prima stesura di un masterplan qualitativo, che dia le linee guida per un approccio diverso alla città, sono differenti. Le azioni progettuali, infatti, nell'interpretazione variabile delle fonti di energia, dipendono dai caratteri fisici, dai caratteri sociali e dai caratteri percettivi di chi vive il luogo.

Il risultato dell'esperimento è stato quello di ottenere un quadro di azioni possibili, dalle quali può nascere un controllo degli aspetti legati all'applicazione di una tecnologia bioclimatica, nel sistema di edifici e spazi aperti che costituisce l'isolato. Può essere data anche la definizione di un ruolo dell'isolato all'interno del quartiere nell'ottica di costituire

una rete energetica dal punto di vista quantitativo, ma anche qualitativo. Quantitativo perchè, se gli edifici producono energia oltre che consumarla, è possibile costruire un piano che analizzi i consumi e la produzione di energia delle "isole" all'interno del quartiere; qualitativo perchè dal punto di vista spaziale sarà possibile vedere la città non più divisa in "zone", ma unita dalla rete di tanti tasselli aventi ciascuno un ruolo specifico, e una propria valenza energetica.

Gli isolati assumono, così, un'importanza energetica propria e in un processo di trasformazione della città possono mirare al raggiungimento dell'obiettivo *emissione zero*, le cui ambiguità sono state risolte nel Capitolo 3. Prevedendo temporalmente le trasformazioni in chiave energetica, secondo le azioni possibili, possono diventare dei veri e propri "eco-isolati", in cui il termine *eco* assume la stessa accezione e lo stesso significato che ha nella connotazione propria degli ecoquartieri.

258

Gli "eco-isolati" offrono importanti possibilità per l'auspicabile proseguo della ricerca, per diversi motivi: in primo luogo poichè gli isolati sono un'unità geometrica della città, e di conseguenza tutte le parti della città sono suscettibili ad una lettura di questo tipo; in secondo luogo, anche nella dispersione insediativa tipica delle città contemporanee, fornire le indicazioni, strutturalmente fondate su un approccio energetico, di lettura di uno spazio, può costituire l'occasione di riappropriazione di quella "liquidità"<sup>5</sup> che fa parte delle situazioni della contemporaneità.

L'approccio proposto può, quindi, dare una risposta ai contesti in trasformazione che si modificano prima che i modi di agire si consolidino in abitudini, e consentire al progetto di acquistare efficacia nel lungo periodo, grazie alla flessibilità propria, innanzitutto, dello strumento operativo, costituito dall'energia.

La procedura applicata, che si esplica attraverso le opportunità di integrazione dei piani di settore per l'energia, lavorando con gli strumenti urbanistici vigenti, si configura, quindi, come strumento in grado di attivare meccanismi per stimolare o creare condizioni nuove per la città.

I PAES<sup>6</sup>, che costituiscono i piani sulle fonti rinnovabili ad oggi più aggiornati, tanto che la maggior parte non sono ancora stati approvati dalla Commissione Europea, lavorano sulla città con l'obiettivo

<sup>5</sup> Si fa riferimento al testo Baumann Z., (2008), *Vita Liquida*, Editori Laterza, Bari, nel quale la vita liquida viene definita come un'entità che non riesce a conservare la propria forma a lungo, perchè tutto ciò che la compone si scioglie e si modifica prima di riuscire a definirne una

<sup>6</sup> Piani di Azione per l'Energia Sostenibile, approfonditi nel capitolo Terzo

<sup>7</sup> Il Piano Energetico Ambientale Regionale

<sup>8</sup> Legge 7, 2007, borse di ricerca per giovani ricercatori, Regione Autonoma della Sardegna

principale della riduzione delle emissioni, pertanto prevedono soluzioni di intervento che agiscono sui consumi energetici delle città. I dati con i quali sviluppano le strategie di intervento sono di tipo quantitativo, quindi ad esempio il calcolo degli sprechi, o delle emissioni di ogni "anello" della città, dove per anello si intende la zona urbanistica di riferimento. Sviluppano, inoltre, schede di intervento generali per l'introduzione di tecnologie per il miglioramento dell'efficienza energetica. Anche il PEAR<sup>7</sup> in Sardegna è stato redatto con i medesimi obiettivi, e quindi studia le possibilità di produzione di energia elettrica dalle fonti rinnovabili per l'intera isola.

E' importante sottolineare il fatto che le città oggetto dello studio della tesi, non hanno un piano di settore sull'energia, sebbene la pianificazione urbanistica abbia alcuni riferimenti e linee guida sul risparmio energetico. Evidenziando anche il fatto che il piano energetico per la Sardegna lavora sull'intero territorio, sembra alquanto importante sottolineare un approccio come quello sperimentato nella tesi. Il progetto lavora con le forme, le dimensioni e le dinamiche esistenti, pertanto offre un nuovo affaccio verso la risoluzione del problema ambientale; inoltre, utilizzando l'isolato, lavora con l'omeostasi e l'energia in termini fisici. Prevedendo nuovi sviluppi del progetto anche nelle altre parti della città, o in altri contesti profondamente diversi da quelli studiati nella tesi, la priorità è quella di proseguire la ricerca per la sperimentazione ulteriore negli scenari paesaggistici.

Si tratta di un progetto ambizioso, che troverà i suoi ulteriori sviluppi nelle occasioni di ricerca che il percorso del Dottorato ha aperto o aprirà, in particolare nel Progetto di Ricerca "*Le potenzialità delle FER nel progetto di paesaggio*"<sup>8</sup>. Nella ricerca si studierà come rendere le possibili azioni trovate, nel progetto di tesi, effettivi interventi sulla città, anche attraverso una riproduzione della configurazione spaziale degli isolati in base alle classi di appartenenza, e attraverso uno studio temporale di quali potranno essere gli interventi da attuare.

Infine, l'interesse potrà spostarsi verso realtà differenti sia all'interno della città, ma soprattutto verso luoghi totalmente diversi per caratteri sociali, storici e morfologici, che possano studiare e mostrare l'adattamento della metodologia a differenti contesti paesaggistici e urbani.





# BIBLIOGRAFIA

## PREMESSA

### Testi e Libri

AA.VV., (2011), *Un Castello di Carte*, ACMA, Milano

Careri F., (2006), *Walkscapes, camminare come pratica estetica*, Einaudi, Torino

Holden R., (2003), *New Landscape Design*, Laurence King Publishing Ltd, Londra

La Vergata A.; Fabbri G., (2008), *Ecologia e Sostenibilità. Aspetti filosofici di un dibattito*, FrancoAngeli, Milano

Lynch, K., (1990), *Progettare la città: la qualità della forma urbana*, ETAS Libri (the MIT Press), Milano

Marchigiani E., (2005), *Paesaggi urbani e post-urbani*, Meltemi Babele, Roma

Rapaport A., (1969), *House form and culture*, Prentice Hall, Englewood Cliffs

Rifkin J., (2002), *Economia all'Idrogeno. La creazione del Worldwide Energy Web e la redistribuzione del potere sulla terra*, Oscar Mondadori, Milano

Roger A. (a cura di), (1995), *La théorie de paysage en france (1974-1994)*, Seyssel, Champ Vallon

261

### Riviste e Periodici

AA.VV., (1989), "Paysage", in *L'architecture d'aujourd'hui*, n.262

AA.VV., (1991), "Tutto è paesaggio", in *Lotus*, n. 101

Rykvert J., (1981), " Il giardino del futuro tra estetica e tecnologia", in *Rassegna*, n.8, pp. 5-12

### Siti internet

[www.domusweb.it](http://www.domusweb.it)

[www.rinnovabili.it](http://www.rinnovabili.it)

[www.enea.it](http://www.enea.it)

<http://cnventions.coe.int>

<http://www.ocs.polito.it/pubblicazioni/paesaggio.htm>

### Tesi di Laurea e di Dottorato

Cavalli A., (2005), " Fonti Energetiche Rinnovabili base di un nuovo progettare", Tesi di Laurea in Ingegneria Civile, presso Università di Studi di Salerno, Facoltà di Ingegneria

Lambertini A., (2006), "Fare parchi urbani. Etiche ed estetiche del progetto contemporaneo in Europa", Tesi di Dottorato in Progettazione Paesistica, presso Università degli Studi di Firenze, Dipartimento di Urbanistica e Pianificazione del Territorio

## PARTE PRIMA

### Testi e Libri

- AA.VV., (2006), *Architettura & Città. Società, Identità e Trasformazione*, Di Baio Editore, Milano
- Assunto R., (1973), *Il paesaggio e l'estetica*, vol. I, Natura e Storia, Giannini, Napoli
- Battistella A., (2010), *Trasformare il paesaggio. Energia eolica e nuova estetica del territorio*, Edizione Ambiente, Milano
- Bocchi R., (2009), *Progettare lo spazio e il movimento, scritti scelti di arte, architettura e paesaggio*, Gangemi Editore, Roma
- Bossalino F. ( a cura di), (2002), *Vitruvio De Architectura. Libro Secondo I*, Edizioni Kappa, Roma
- Cattaneo C., (1841), *Notizie naturali e civili su la Lombardia*, Bernardoni, Milano
- Colonnello I., (1998), *I paesaggi dell'energia*, Mazzotta Fotografia, Milano
- Corner J., (1999), *Recovering Landscape. Essays in Contemporary Landscape Architecture*, Princeton Architectural Press, New York
- De Pascali P., (2008), *Città ed Energia. La valenza energetica dell'organizzazione insediativa*, FrancoAngeli, Milano
- 262 Droege P., (2008), *La città rinnovabile*, Edizioni Ambiente, Perugia
- Fabbri P., (2007), *Principi ecologici per la progettazione del paesaggio*, FrancoAngeli, Milano
- Galofaro L., (2007), *Artscape. L'arte come approccio al paesaggio contemporaneo*, Postmedia Books, Milano
- Kroll L., (1999), *Tutto è paesaggio*, Testo & Immagine, Torino
- La Vergata A.; Fabbri G., (2008), *Ecologia e Sostenibilità. Aspetti filosofici di un dibattito*, FrancoAngeli, Milano
- Le Dantec J.P., (1996), *Jardins et Paysages*, Larousse, Parigi
- McDonough W.; Braungart M., (2002), *Cradle to Cradle. Remaking the Way We Make Things*, North Point Press, New York
- Olgyay V., (1990), *Progettare con il clima. Un approccio bioclimatico ad un regionalismo architettonico*, Franco Muzzio Editore, Roma
- Pietra G.L. (a cura di), (2006), *Quaderno del Dottorato di Ricerca in Ingegneria Edile Architettura*, DIET, Pavia
- Siddi C., (a cura di), (2009), *Santa Gilla. Una laguna nel paesaggio metropolitano di Cagliari, un esperimento per un nuovo approccio al paesaggio. A lagoon in the metropolitan landscape of Cagliari, an experiment for a new landscape approach*, Gangemi Editore, Roma
- Smil V., (2000), *Storia dell'Energia*, il Mulino, Bologna
- Swaffield S., (2005), *Theory in Landscape Architecture*, University of Pennsylvania Press, Philadelphia
- Valerio L., (a cura di), (2007), *Patrizia Pozzi. Landscape Design, progetti tra natura e architettura*, Electa, Milano

Van Beek P.; Vermass C., (2011), *Landscapeology, Learning to Landscape the City*, Architettura & Natura Press, Amsterdam  
Vitta M., (2005), *Il paesaggio. Una storia fra natura e architettura*, Einaudi, Torino  
Waldheim C. (a cura di), (2006), *The Landscape Urbanism Reader*, Princeton Architectural Press, New York

### **Riviste e Periodici**

Levin K., (2002), "Guadagnare terreno: arte nella natura e natura come arte", in *Lotus International*, n. 113, pp. 120-131  
Morpillero S., (2006), "Arte come paesaggio come architettura: riflessioni sulla rottura delle linee di confine disciplinari", in *Lotus*, n.128  
Panza di Biumo G., (1994), "Natura, land art, ambiente", in *Lotus*, n.128, pp.90-105  
Wigley M., (1997), "Il luogo", in *Lotus*, n.95

### **Workshop, ricerche e gruppi di lavoro**

GreenLab, (2008), *"Ecologia del Paesaggio"*, Roma  
Sacchi F. (a cura di), (2004), *"Il paesaggio, la Natura, la Città. Le aree verdi nella configurazione del territorio metropolitano"*, Ricerca studio del gruppo CentroStudi, Milano

263

### **Articoli su Internet**

Battistella A., (2010), *"I nuovi paesaggi dell'energia"*, [www.nextville.it](http://www.nextville.it)  
Scudo G., (2009), *"Una nuova alleanza tra natura e tecnologia. L'ibridazione tra bioecologia e tecnologia per costruire in accordo con l'ambiente"*, [www.itimarconi.ct.it](http://www.itimarconi.ct.it)

### **Atti di Convegni**

Perrella D., (2006), *"Il progetto urbano e il paesaggio agricolo"*, Convegno Internazionale INU, Genova  
WWF; Ecofys; OMA, (2011), *"100% Energia rinnovabile entro il 2050- La Visione"*, Energy Report, Berlino

### **Siti internet**

[www.itimarconi.ct.it](http://www.itimarconi.ct.it)  
[www.nextville.it](http://www.nextville.it)  
[www.enea.it](http://www.enea.it)  
[www.bioarch.tv](http://www.bioarch.tv)

## Tesi di Laurea e di Dottorato

Ferrari L., (2005), "L'acqua nel paesaggio urbano, letture esplorazioni ricerche scenari", Tesi di Dottorato in Progettazione Paesistica, presso Università degli studi di Firenze, Facoltà di Architettura  
Paolinelli G., (2003), "La frammentazione del paesaggio perturbano. Criteri progettuali per la riqualificazione per la Piana di Firenze", Tesi di Dottorato in Progettazione Paesistica, presso Università degli Studi di Firenze, facoltà di Architettura

## PARTE SECONDA

### Testi e Libri

AA.VV., (2011), *Ricerche di Architettura*, Gangemi Editore, Roma  
Armaroli N.; Balzani V., (2008), *Energia per l'astronave Terra. Quanta ne usiamo, come la produciamo, che cosa ci riserva il futuro*, Zanichelli, Bologna  
Augè, M., (1993), *Non luoghi. Introduzione a una antropologia della surmodernità*, Eleuthera, Milano  
Aymonino A.; Mosco V.P., (2006), *Spazi Pubblici Contemporanei. Architettura a Volume Zero*, Skira, Milano  
Barbier E.D., (2009), *A Global Green New Deal*, UNEP, Milano  
Barcellona P., (1996), *L'individuo sociale*, Costa & Nolan, Genova  
Bisio A.; Boots S.; Siegel P. (a cura di), (1997), *The Wiley Encyclopedia of Energy and the Environment*, New York Wiley  
Cannavò P., (2004), *A\_tra\_verso inseguire la trasformazione, pursuing change*, Mandragora, Firenze  
Cao U.; Coccia L. (a cura di), (2003), *Polveri Urbane*, Meltemi Babele, Milano  
De Pascali P., (2008), *Città ed Energia. La valenza energetica dell'organizzazione insediativa*, FrancoAngeli, Milano  
Heliot R. (a cura di), (2010), *Ville Durable et Ecoquartiers*, Cèdis, Montreuil  
Ivancic A., (2010), *Energyscapes*, Land&Scapes Series, Barcellona  
Jourda F.H., (2009), *Petit Manuel de la Conception Durable*, Archibooks, Parigi  
Lanza A., (1999), *Lo sviluppo sostenibile*, Il Mulino, Bologna  
Lync K., (1964), *L'immagine della città*, Marsilio, Padova  
Martinotti G., (1993), *Metropoli: la nuova morfologia sociale della città*, Il Mulino, Bologna  
Matteoli L.; Pagani R. (a cura di), (2010), *CityFutures, Architettura Design tecnologia per il futuro delle città*, Hoepli, Milano  
McDonough W.; Braungart M., (2002), *Cradle to Cradle. Remaking the Way We Make Things*, North Point Press, New York  
Molinari L. (a cura di), (2003), *Piero Portaluppi: linea errante nell'architettura del Novecento*, Skira, Milano

Rifkin J., (2002), *Economia all'Idrogeno. La creazione del Worldwide Energy Web e la redistribuzione del potere sulla terra*, Oscar Mondadori, Milano

Scheer H., (2004), *Il solare e l'economia globale. Energia rinnovabile per un futuro sostenibile*, Edizioni Ambiente, Milano

Stern N., (2007), *The Economics of Climate Change: The Stern Review*, University Press, Cambridge

Zanchini E. (a cura di), (2002), *Paesaggi del Vento*, Meltemi Babele, Roma

## **Riviste e Periodici**

Rossi G. (a cura di), (2010), "Economia Verde, impatto economico e occupazionale", in *Osservatorio Green Jobs*, n. 2, Modena, pp.2-10

Schweizer-Ries P., (2008), "Energy Sustainable Communities: Environmental psychological investigations", in *Energy Policy*, n. 36, pp. 4126-4135

Zoellner G.; Schweizer-Ries P.; Wemheuer C., (2008), "Public Acceptance of Renewable Energies: Results from Case Studies in Germany", in *Energy Policy*, n. 36, pp. 4136-4141

## **Workshop, ricerche e gruppi di lavoro**

265

Gaffron P.; Huismans G.; Skala F., (2005), "*Ecocity a better place to live-Urban Development towards Appropriate Structures for Sustainable Transport*", Book 1, European Commission DG Research International Center for Climate Governance; ENI Enrico Mattei; Centro Euro Mediterraneo per I Cambiamenti Climatici, (2010), "*The social dimension of Adaptation to Climate Change*"

Sartogo F.; Calderaro V., (2002-2004), "*Comfort Urbano e Mobilità Sostenibile come nuova cultura per la progettazione della città. Rapporto finale WP 11. Progetto Ecocity*", European Commission DG Research

## **Articoli su Internet**

Gabrielli F., (2010), *La sfida del riciclaggio nel settore fotovoltaico*, Nextville Energie Rinnovabili ed Efficienza Energetica, in [www.nextville.it/scenari/14](http://www.nextville.it/scenari/14)

IEA (a cura di), (2010), *Le prospettive tecnologiche dell'energia. Scenari e Strategie da oggi al 2050*, [http://www.iea.org/techno/etp/etp10/Italian\\_Executive\\_Summary.pdf](http://www.iea.org/techno/etp/etp10/Italian_Executive_Summary.pdf)

Ingersoll R., (2008), *L'Agricoltura*, in [http://www.ariannaeditrice.it/articolo.php?id\\_articolo=21962](http://www.ariannaeditrice.it/articolo.php?id_articolo=21962)

SVTC, (2009), *Toward a just and Sustainable Solar Energy Industry*, in [http://www.svtc.org/site/PageServer?pagename=svtc\\_publications](http://www.svtc.org/site/PageServer?pagename=svtc_publications)

Rifkin J., (2010), "*A Third Industrial Revolution, Master Plan to Transition Rome into the World's First Post-Carbon Biosphere City*", [www.comune.roma.it](http://www.comune.roma.it)

Dipartimento Politiche Tutela Ambientale e del Verde- Protezione Civile (2011), *Piano di Azione per l'Energia Sostenibile*, [www.pattodeisindaci.eu](http://www.pattodeisindaci.eu)

Comune di Palau (2011), *Piano di Transizione energetica*, [www.pattodeisindaci.eu](http://www.pattodeisindaci.eu)

Comune di Torino (2009), *Piano di Azione per le Energie Sostenibili*, TAPE, [www.pattodeisindaci.eu](http://www.pattodeisindaci.eu)

## **Atti di Convegni**

Angrilli M., (2006), *"Nuove sfide per il progetto urbano"*, Convegno nazionale INU Urbanistica e Architettura, Genova

Dall'O' G., (2010), *"Verso edifici a Emissioni Zero: utopia o percorso obbligato?"*, Atti del Convegno Nazionale 4° Edizione "Forum Certificazione Energetica. Nuovi Strumenti per la Sostenibilità in edilizia. Fonti Rinnovabili e Certificazione: un legame da costruire", Milano

Massaro A., (2007), *"Mobilità Sostenibile e Qualità del Progetto Urbano"*, Berkeley.it. Forme nella città/Spazi nella metropoli, Urban Forms and Metropolitan Spaces, Roma

Pogliani L., (2006), *"Costruire la città sostenibile: piano e progetto, attori e risorse"*, Convegno nazionale INU Urbanistica e Architettura, Genova

## **Siti internet**

[www.bioarch.tv](http://www.bioarch.tv)

[www.comune.roma.it](http://www.comune.roma.it)

[www.gse.it](http://www.gse.it)

[www.nextville.it](http://www.nextville.it)

[http://www.c40cities.org/bestpractices/edifici/berlin\\_efficienza.jsp](http://www.c40cities.org/bestpractices/edifici/berlin_efficienza.jsp)

[http://www.svtc.org/site/PageServer?pagename=svtc\\_publications](http://www.svtc.org/site/PageServer?pagename=svtc_publications)

[www.qualenergia.it](http://www.qualenergia.it)

[www.pattodeisindaci.eu](http://www.pattodeisindaci.eu)

## **Tesi di Laurea e di Dottorato**

Pompei A., (2010), *"L'importanza del riciclaggio nella gestione 'End of Life' dei moduli fotovoltaici"*, Tesi di Laurea in Valorizzazione delle Risorse Primarie e Secondarie LS, presso Università di Bologna, Facoltà di Ingegneria

## **Legislazione**

Decreto n. 387, (2003), *"Attuazione della Direttiva 2001/77/CE, Promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità"*

Delibera del CIPE, (1998), *"Linee Guida per le politiche e misure nazionali di riduzione delle emissioni di gas serra"*

Delibera n. 18/30, 2011

Direttiva CE 2009/28/CE *"Piani di Azione Nazionale"*



Legge nazionale n. 9, (1991), "Norme per l'Attuazione del Nuovo Piano Energetico Nazionale. Aspetti istituzionali, centrali idroelettriche ed elettrodotti, idrocarburi e geotermia, autoproduzioni e dispositivi fiscali"

Legge n. 120, (2002)

Legge n. 244, (2007), "Disposizioni per la formazione del bilancio annuale e pluriennale dello Stato",

Legge Finanziaria 2008

Protocollo di Kyoto, (1997)

## PARTE TERZA

### Testi e Libri

AA.VV., (2011), *Ricerche di Architettura*, Gangemi Editore, Roma

AA.VV. (2002), *Costruire Sostenibile: l'Europa*, Bolognafiere-Alinea Editrice, Firenze

Battistella A., (2010), *Trasformare il paesaggio. Energia eolica e nuova estetica del territorio*, Edizione Ambiente, Milano

Becher; Bernd; Hilla, (2002), *Industrial Landscapes*, The MIT Press, Cambridge (Mass.)

Cappelli L., Guallart V. (a cura di), (2010), *Self Sufficient City. Envisioning the habitat of the future*, Iaac e Actar, Barcellona

De Pascali P., (2008), *Città ed Energia. La valenza energetica dell'organizzazione insediativa*, FrancoAngeli, Milano

Gaddoni S., (2002), *Spazi verdi e paesaggio urbano*, Edizioni Patron, Bologna

Giorgi A., (2004), *Mario Cucinella*, EdilStampa, Roma

Heliot R. (a cura di), (2010), *Ville Durable et Ecoquartiers*, Cèdis, Montreuil

Martinotti G., (1993), *Metropoli. La nuova morfologia sociale della città*, Il Mulino, Bologna

Marchigiani E., (2005), *Paesaggi urbani e post-urbani*, Meltemi Babele, Roma

Muzzillo F.; Zagarese B., (1991), *Recupero delle preesistenze e forme dell'abitare*, volume II, Napoli

Oswalt P., (2006), *Berlino\_città senza forma*, Meltemi Babele, Roma

Sala M., (1994), *Tecnologie Bioclimatiche in Europa*, Alinea Editrici, Firenze

Sechi B., (2005), *La città del ventesimo secolo*, Laterza, Roma

Turri E., (1998), *Il Paesaggio come Teatro: dal territorio vissuto al territorio rappresentato*, Marsilio, Venezia

### Riviste e Periodici

AA.VV., (2006), "Cultural Landscapes", in *Topos*, n. 56

Dotto S., (2009), "Qualità urbana e quartieri sostenibili Hammarby Sjöstad", in *Giornale IUAV*, Venezia

Marchiodi M., (2011), "Sul podio di Green Region grazie alle rinnovabili", in *Sole 24 Ore*, Milano

Vigevano C., (2010), "Il modello Hammerby a Stoccolma: forza e qualità di un approccio integrato", in *Urbanistica*, n. 141

### **Workshop, ricerche e gruppi di lavoro**

Collel M. C. (a cura di), (2009), *"A New Energy Model for Spain"*, Barcellona

### **Articoli su Internet**

AA.VV., (2010), *"Una rete intelligente per salvare il clima"*, <http://www.greenpeace.org/italy/ufficiostampa/rapporti/energia-pulita-europa>

Rifkin J., (2010), *"A Third Industrial Revolution, Master Plan to Transition Rome into the World's First Post-Carbon Biosphere City"*, [www.comune.roma.it](http://www.comune.roma.it)

### **Atti di Convegni**

Castelli G., (2009), *"Città Sostenibili e Qualità Urbana"*, Atti del Convegno Ecomondo, Roma

268 Marinoni G., (2006), *"Metamorfosi del progetto urbano"*, Convegno Internazionale INU, Genova

Musto M., (2006), *"Potenzialità di Recupero degli Edifici Industriali Dismessi"*, TCCIH 2006 XIII International Congress- Industrial heritage and urban transformation, Terni

### **Siti internet**

[www.siemens.it/cittasostenibili](http://www.siemens.it/cittasostenibili)

[www.miniwatt.it](http://www.miniwatt.it)

[www.comune.roma.it](http://www.comune.roma.it)

[www.energiesensibili.it](http://www.energiesensibili.it)

[www.architetturaecosostenibile.it](http://www.architetturaecosostenibile.it)

<http://www.greenpeace.org/italy/ufficiostampa/rapporti/energia-pulita-europa>

[www.enea.it](http://www.enea.it)

### **Tesi di Laurea e di Dottorato**

Messina M., (2009), *"Città Sostenibili: ossimoro, utopia o realtà?"*, Tesi di Dottorato in Antropologia ed Epistemologia della Complessità, presso Università degli Studi di Bergamo

## PARTE QUARTA

### Testi e Libri

AA.VV., (2011), *Un Castello di Carte*, Acma, Milano

AA.VV., (2011), *Ricerche di Architettura*, Gangemi Editore, Roma

De Pascali P., (2008), *Città ed Energia. La valenza energetica nell'organizzazione insediativa*, FrancoAngeli, Milano

De Pascalis S., (2005), *Progettazione Bioclimatica*, Flaccovio Editore, Roma

Ingersoll R., (2004), *Sprawltown*, Meltemi Babele, Roma

Ivancic A., (2010), *Energyscapes*, Land&Scapes Series, Barcellona

Heliot R. (a cura di), (2010), *Ville Durable et Ecoquartiers*, Cèdis, Montreuil

Nicolin P.; Rephisti F., (2003), *Dizionario dei nuovi paesaggisti*, Skira, Milano

Rahm P., (2009), *Architecture mètèorologique*, Archibooks, Parigi

Ricci M., (2010), *Atlante ragionato delle fonti di energia*, Muzzio Editore, Monte San Pietro (Bo)

Siddi C. (a cura di), (2009), *Sprawlscapes. Laboratorio di Progettazione per Quartu Sant'Elena, città diffusa, paesaggio agrario, sistema costiero: nuove dinamiche. A Design Workshop for Quartu Sant'Elena, sprawl city, rural landscape, coastal system: new dynamics*, Gangemi Editore, Roma 269

Siragusa L., (2009), *L'energia del sole e dell'aria come generatrice di forme architettoniche*, CLEUP sc, Padova

### Workshop, ricerche e gruppi di lavoro

Facoltà di Architettura di Cagliari; Ecole Nationale Supérieure du Paysage di Versailles, (2009), *Sprawlscapes*, Cagliari

### Articoli su Internet

Rifkin J., (2010), "A Third Industrial Revolution, Master Plan to Transition Rome into the World's First Post-Carbon Biosphere City", [www.comune.roma.it](http://www.comune.roma.it)

### Atti di Convegni

Lazzari M., (2006), "Luoghi non comuni. Identità e leggibilità dello spazio urbano, strumenti di progetto", Convegno Nazionale INU Urbanistica e Architettura, Genova

### Siti internet

[www.gse.it](http://www.gse.it)

[www.impiantieolici.com](http://www.impiantieolici.com)  
[www.edilportale.com](http://www.edilportale.com)  
[www.buildup.it](http://www.buildup.it)  
[www.regione.sardegna.it](http://www.regione.sardegna.it)  
[www.enea.it](http://www.enea.it)  
[www.comune.cagliari.it](http://www.comune.cagliari.it)  
[www.albanesi.it](http://www.albanesi.it)  
[www.regionesardegna.it](http://www.regionesardegna.it)  
[www.rinnovabili.it](http://www.rinnovabili.it)

## **Legislazione**

Sanna A.; Corti A.E., *Relazione Generale del Piano di Recupero di Cepola Sant'Efisio, Quartu Sant'Elena*  
Comune di Cagliari, Piano Quadro per il Recupero del Centro Storico, Cagliari  
Piano Urbanistico Comunale, Quartu Sant'Elena  
Piano Urbanistico Comunale Cagliari

270

## **CONCLUSIONI**

### **Testi e Libri**

AA.VV., (2011), *Ricerche di Architettura*, Gangemi Editore, Roma  
Battistella A., (2010), *Trasformare il Paesaggio. Energia eolica e nuova estetica del territorio*, Edizioni Ambiente, Milano  
Baumann Z., (2008), *Vita liquida*, Editori Laterza, Bari  
Carbonara L., (a cura di), (2004), *Immaginando il Paesaggio*, Aracne, Roma  
Rifkin J., (2002), *Economia all'Idrogeno. La creazione del Worldwide Energy Web e la redistribuzione del potere sulla terra*, Oscar Mondadori, Milano

### **Siti Internet**

[www.regione.sardegna.it](http://www.regione.sardegna.it)  
[www.sardegna.ricerche.it](http://www.sardegna.ricerche.it)

### **Tesi di Laurea e di Dottorato**

Lambertini A., (2006), "Fare parchi urbani. Etiche ed estetiche del progetto contemporaneo in Europa", Tesi di Dottorato in Progettazione Paesistica, presso Università degli Studi di Firenze, Dipartimento di Urbanistica e Pianificazione del Territorio

## RIFERIMENTI ICONOGRAFICI

### PREMESSA

Elisa Serra, pp.8-10-18, p.25 (montaggio)

### PARTE PRIMA

Antonio Romaginino, (2005), *Cagliari di una volta*, fig.13, p.72

Comune di Quartu Sant'Elena, p.50

Elisa Serra, p.26, p.46 (fig.3 montaggio), p.47 (montaggio), p.49 (montaggio), p.59 (montaggio), p.62 (montaggio), p.65 (montaggio), p.66 (montaggi), p.72 (fig.12 montaggio)

Francesco Serra, p.71, p.121

<http://pruned.blogspot.com>, p.48

<http://www.centromanray.it>, fig.14 p.75

<http://www.con-tatto.org>, pag.46 (fig.4)

<http://ilseniomormora.blogspot.com>, p. 29

<http://webtiscali.it>, p.68

<http://www.mbl.edu>, p.75

Paolo de Pascali, (2008), *Città ed Energia. La valenza energetica nell'organizzazione insediativa*, p.58, p.63

271

### PARTE SECONDA

Elisa Serra, p.76, p.97, p.98, p.104, p.116, p.135, p.78 (montaggio), p.126 (montaggio)

Jeremy Rifkin, (2010), *"A Third Industrial Revolution, Master Plan to Transition Rome into the World's First Post-Carbon Biosphere City"*, [www.comune.roma.it](http://www.comune.roma.it), p.132, p.133

<http://www.bioarch.tv>, p.108, p.119

<http://www.ecologiae.com>, p.87

### PARTE TERZA

Andreas Delleske, p.136, p.138, p.143, p.153

Carlo Vigeveno, (2010), "Il modello Hammerby a Stoccolma: forza e qualità di un approccio integrato", in *Urbanistica*, n. 141, p.162 (fig.23)

Elisa Serra, p.147, p.151 (fig.12), p.158, p.169, p.187, p.188, p.145 (montaggi), p.146 (montaggi), p.150 (montaggio), p.151 (montaggio), p.153 (figg.14-15 montaggi), p.157 (montaggi), p.159 (montaggio), p.161 (montaggio), p.162 (montaggio), p.170 (montaggio), p.172 (montaggio), p.175 (montaggio), p.186 (montaggi)

Francesco Fulvi, p.174

Marcel Coderch Collet (a cura di), (2009), *"A New Energy Model for Spain"*, Barcellona, p.163, p.166

[www.architetturaecosostenibile.it](http://www.architetturaecosostenibile.it), p.178

<http://cooltownstudios.com>, p.154

[www.energiesensibili.it](http://www.energiesensibili.it), p.190, p.191

<http://www.flickr.com>, p.148

[www.latzundpartner.de](http://www.latzundpartner.de), p.183, p.184

## **PARTE QUARTA**

ARPAS Sardegna, p.203

Cesarina Siddi, p.206 (fig.11), p.207, p.208

Elisa Serra, p.204, p.205, p.206 (fig.9 fig.10), p.210, p.211, p.212, p.226, p.227, p.228, p.229, p.230, p.231, p.232, p.233, pp.234-239, p.241, p.242, p.243, pp. 244-249, p.194 (montaggio),

Fiammetta Sau, p.192

Società Elettrica Italiana, p.209

<sup>272</sup> Piani Urbanistico Comunale di Quartu Sant'Elena, Carta della Zonizzazione, p.225

Piano Urbanistico Comunale di Cagliari, Carta della Zonizzazione, p.240

## **CONCLUSIONI**

Elisa Serra, p.250

Mario Cucinella, p.251





